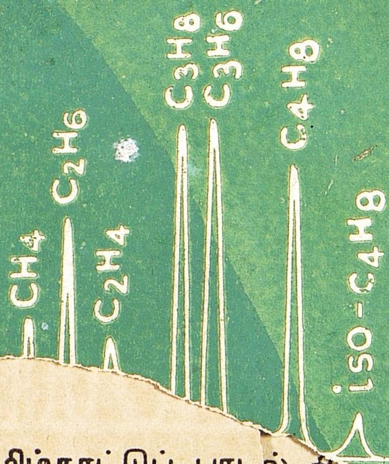
நிறப்பகுப்பு வேதியியல்

(CHEMICAL CHROMATOGRAPHY)

நெ. சு. ஞானப்பிரகாசம்
& மீ. நோயல்





தமிழ்நாட்டுப் பாடல் நிறு
...வனம்

த. பா. நி. (க. வெ.) வரிசை எண்—855

நிறப்பகுப்பு வேதியியல்-I

(பட்டப் படிப்பிற்குரியது)

ஆசிரியர்கள்

டாக்டர் நெ. சு. ஞானப்பிரகாசம், எம்.ஏ., எம்.எஸ்ஸி., பிஎச்.டி.,
சி. கெம்., எப். ஐ. சி. எஸ்.,
எப். சி. எஸ்., எப். ஆர். ஐ. சி.,
வேதியியல் பேராசிரியர்,
இலயோலா பல்கலைக்கல்லூரி,
சென்னை.

மி. நோயல், எம். எஸ்ஸி.,
ஆய்வகத் துணையாளர்,
தூய யோசேப்புக் கல்லூரி,
திருச்சிராப்பள்ளி.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—September, 1979

Number of Copies — 2000

T.N T.B.S. (C.P.) No. 855

CHEMICAL CHROMATOGRAPHY I

DR. N. S. GNANAPRAKASAM and

M. NOEL

Price Rs. 8·90

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

This book has been printed on concessional paper made available by the Government of India.

Printed by
Giridhar Art Printers,
47, Badrian St.,
Madras-600 001.

1 வேதியியல் பகுப்பு முறைகள்

நூற்றைந்து வகைத் தனிமங்கள் (elements) பல்வேறு வினைகளில் ஈடுபட்டு, ஏறக்குறைய இரண்டு மில்லியன் (2,000,000) சேர்மங்களை (compounds) உருவாக்குகின்றன. இச் சேர்மங்களின் பெரும்பகுதி, செயற்கை முறைகளால் மனிதனால் தயாரிக்கப்பட்டது; எஞ்சியது, இயற்கையில் காணப்படுகின்றது. தனிமங்களும், அவற்றின் சேர்மங்களும் கலந்து இருக்கும் கலவைகளே உயிர்களாகவும், உலகாகவும், பேரண்டமாகவும் விரிந்து விளங்குகின்றன.

கலவைப் பொருள்களைத் தனிமங்களாகவும், சேர்மங்களாகவும் பகுத்து, கிடைக்கும் பகுபொருள்களின் இயற்பண்புகளையும், வேதிப்பண்புகளையும், பயன்களையும் ஆராய்ந்தறிவதே அறிவியலின் ஒரு பெரும் பிரிவாகிய வேதியியலின் முக்கிய நோக்கமாகும்.

வேதியியலில், கலவைகளைப் பகுக்க, பலவகைப் பகுப்பு முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றுள், நிறப் பகுப்பு (Chromatography) மிகவும் எளிய—ஆனால், பயன்மிகுந்த—ஒரு முறையாகும். இம் முறை, இன்று விரிவாகவும், விரைவாகவும், வளர்ந்து வருகிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

வேதியியல் நிறப்பகுப்பு குறித்து விரிவாக ஆராயுமுன், பொதுவாக வேதியியலில் கையாளப்படும் முறைகளைச் சுருக்கமாக விளக்குவதே இந்த அத்தியாயத்தின் நோக்கமாகும்.

1.1 எளிய பகுப்பு முறைகள்

அன்றாட வாழ்வில் கையாளப்படும் சில எளிய பகுப்பு முறைகள் வேதியியலிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில எடுத்துக்காட்டுகளைக் காண்போம்.

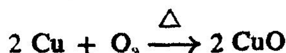
சர்க்கரையுடன் சிறிதளவு மணல் கலந்துவிட்டதாகக் கொள்வோம். அக் கலவையிலிருந்து சர்க்கரையைத் தூய நிலையில் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கலாம்? கலவையுடன் தகுந்த அளவு தண்ணீரைச் சேர்த்துக் குலுக்கினால், சர்க்கரை மட்டும்

நீரில் கரைந்துவிடும். கரையாதிருக்கும் மணலை வடிகட்டி நீக்கிவிட்டு, எஞ்சிய சர்க்கரைக் கரைசலைக் காய்ச்சி வடித்தால், சர்க்கரை தனித்துக் கிடைத்துவிடும். இம் முறையில் இரு பகுப்புகள் செயலாற்றுகின்றன: (i) சர்க்கரையை மணலிலிருந்து பிரிக்க, அவற்றுக்கிடையேயுள்ள கரைதிற வேறுபாடு அடிப்படையாக அமைந்தது. (ii) சர்க்கரைக் கரைசலிலிருந்து, நீரை நீக்க ஆவியாக்கும் முறை பயன்படுத்தப்பட்டது.

உளுந்திலிருந்து, உளுத்தம் பருப்பை எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கிறார்கள்? முதலில், உளுந்து, நீரில் ஊறவைக்கப்படுகிறது. ஊறிய உளுந்தை நீரில் அலசினால், அதன் தோல் பிரிந்து, நீரில் மிதக்கிறது. பருப்பு நீரின் அடிப் பகுதியில் தங்கிவிடுகிறது. இப் பகுப்பு நிகழ, உளுந்து தோலின் அடர்த்திக் குறைவும், பருப்பின் அடர்த்தி மிகுதியும் காரணமாயுள்ளது. இவ்வாறு அடர்த்தி வேறுபாட்டின் அடிப்படையிலும் கலவைகள் பகுக்கப்படுகின்றன.

மேற்கண்ட இரு எடுத்துக்காட்டுகளில், சேர்மங்கள் அவற்றின் இயற்பண்பு (physical property) வேறுபாட்டின் அடிப்படையில், பகுக்கப்படுவதைக் கண்டோம். சில சமயங்களில், கலவையில் உள்ள பொருள்களின் வேதிப்பண்பு (chemical property) வேறுபாடுகளும், அவற்றைப் பகுக்கத் துணை நிற்கலாம். ஓர் எடுத்துக்காட்டு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

பொன்னில் சிறிதளவு செம்பு அல்லது தாமிரம் (copper) கலந்திருக்கும். அதை நீக்குவதெப்படி? பொன்னை நன்கு சூடேற்றினால், அதிலுள்ள தங்கம் உருகிவிடும். செம்பு, அதன் ஆக்சைடு சேர்மமாக மாறிப் பிரிந்துவிடும். பொன் வினைத் திறன் குறைந்த உலோகமானதால், அது ஆக்சிஜனுடன் நேரடியாக வினைபுரிவதில்லை.



$$2\,Cu + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2\,CuO$$

இயற்பண்பு அல்லது வேதிப்பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட இருவகைப் பகுப்பு முறைகளுக்கிடையே, ஒரு முக்கிய வேற்றுமையை மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டுகள் சுட்டிக் காட்டுகின்றன. முதல் வகையில், கலவையிலுள்ள எந்தப் பொருளும் வேதி மாற்றம் அடைவதில்லை. ஆனால், இரண்டாம் வகையில், கலவையிலுள்ள சில பொருள்களேனும் வேதிமாற்றம் அடைந்துவிடுகின்றன.

நிறப்பகுப்பு முறை, இயற்பியல் பண்பு வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு பகுப்பு முறையேயாகும். கலவையில் உள்ள தனிமங்களும் சேர்மங்களும் சிதையாமல் பகுக்கப்படுவது, இப் பகுப்பு முறையின் சிறப்பம்சங்களில் ஒன்றாகும்.

1.2 பகுப்பு முறைகளில் பயன்படும் பண்பு வேறுபாடுகள்

வேதியியலில் பயன்படுத்தப்படும் பகுப்பு முறைகள் யாவும், தனிமங்கள் அல்லது சேர்மங்களின் இயற்பண்பு அல்லது வேதிப் பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டன என்று முந்தைய பகுதியில் கண்டோம். இப் பண்பு வேறுபாடுகளைத் தொகுத்துக் காண்பது பயனுள்ளதாகும்.

வேதிப் பகுப்புகளில் பயன்படும் இயற்பண்பு வேறுபாடுகள் பின்வருவனவாகும் :

(அ) அடர்த்தி (density)

(ஆ) கரைதிறன் (solubility)

(இ) ஆவியாகும் தன்மை (volatility)

(ஈ) ஆவி அழுத்தம் (vapour pressure)

(உ) சவ்வூடு பரவு வேகம் (rate of osmosis)

(ஊ) இருவகை படிவுகளுக்கிடையே மூலக்கூறுகள் பகிர்வடைதல் (partition between two phases)

இத்தகு இயற்பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட சில வேதிப்பகுப்பு முறைகளைப் பட்டியல் 1.1-ல் காண்க.

பட்டியல் **1.1** **வேதியியல் பகுப்பு முறைகள்**

எண்	பகுப்பு முறை	கோட்பாடு	எடுத்துக்காட்டு
1.	மிதக்க வைத்தல் (floatation)	பொருள்களுக்கும், நீர்மத்திற்கும் இடையேயான செறிவு (density) வேறுபாடு.	சல்பைடு உலோகத் தாதுக்களைப் பிரித்தெடுத்தல்.
2.	வீழ்படிவு ஆக்குதல் (precipitation)	கரை திறன்களில் உள்ள வேறுபாடுகள்	தாமிர, காட்மிய அயனிகளைப் பிரித்தல்.
3.	படிகமாக்குதல் (crystalization)	வெப்ப நிலைகளுக்கு ஏற்ப கரை திறன் மாறுபடுதல்.	ரேடியத்தை அதன் தாதுக்களில் இருந்து பிரித்தெடுத்தல்.
4.	பகுதி தூய்மையாக்குதல் (zone refining)	உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் படிகமாதல்.	சிலிக்கனைத் தூய்மை செய்தல்.
5.	பதங்கமாக்குதல் (sublimation)	ஆவியமுத்தத்தில் உள்ள வேறுபாடுகள்.	அயோடின், நாப்தலீன் தூய்மையாக்குதல்.
6.	காய்ச்சி வடித்தல் (distillation)	ஆவியாகும் தன்மை வேறுபடுதல்.	ஆல்கஹாலில் இருந்து நீரினை நீக்குதல்.
7.	கரைப்பானுல் சாரம் எடுத்தல் (solvent extraction)	கரைப்பான்களில் கரை திறன் மாறுபடுதல்.	காஃபி தூளில் இருந்து, கஃபீன் (caffeine)
8.	சவ்வூடுருவல் (dialysis)	சவ்வூடு பரவு வேகம் (rate of osmosis) வேறுபடுதல்.	சவ்வுப் பொருள்களிலிருந்து அயனிகளை நீக்குதல்.
9.	நிறப்பகுப்பு (chromatography)	திண்மம், நீர்மம், வாயு நிலைகளுக்கிடையே பொருள்கள் பகிர்வடைதல். (அ) திண்மம்—நீர்மம் (ஆ) திண்மம்—வாயு (இ) நீர்மம்—நீர்மம் (ஈ) நீர்மம்—வாயு.	அமினோ அமிலங்கள், புரதச் சத்துகள், பெட்ரோலிய ஹைட்ரோ கார்பன்கள் முதலியன.

மூலக்கூறுகளின் வேதிப்பண்பு வேறுபாடுகள் மிகப்பல வாகும். எனவே, வேதிப்பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படை யாகக்கொண்ட பகுப்பு முறைகளைப் பட்டியலிடுவதும் எளிதன்று.

சில குறிப்பிட்ட அயனிகள் வினைப் பொருள்களுடன் (reagents) வீழ்படிவுகளை உருவாக்குகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக



$$BaCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow BaCrO_4\downarrow + 2KCl$$

இம்முறை வீழ்படிவாக்கிப் பகுத்தல் (precipitation) எனப்படு கிறது.

கலவையிலுள்ள அயனிகள் மின்படிதல் (electro-deposition) அடையத் தேவையான மின்னழுத்தத்தில் (electromotive force) உள்ள வேறுபாட்டைக் கொண்டும் அயனிகளைப் பகுக்கலாம்.

சில அயனிகள், ஒரு குறிப்பிட்ட அயனியுடன் அயனிப் பரிமாற்றம் (ion-exchange) அடையும் விதத்தில் வேறுபடு கின்றன. இந்த வேறுபாடே, அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு முறையில் (ion-exchange chromatography) கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுகிறது (அத்தியாயம் 10 காண்க).

1.3 நிறப்பகுப்பு முறையின் சிறப்பு

வேதியியல் பகுப்பு முறைகளில், நிறப்பகுப்பு முறை மிக விரைவாக வளர்ந்து பரவி வருகின்றது. இப் பகுப்பு முறை தொடர்பாக ஏராளமான ஆய்வுக் கட்டுரைகளும், நூல்களும் வெளிவந்த வண்ணமிருக்கின்றன. இத் துறைக்கென்றே 'Journal of Chromatography' என்ற ஆய்விதழும் வெளிவரு கிறது. பிற பகுப்பு முறைகளைவிட, நிறப்பகுப்பு வேகமாக வளர்ந்து வருவதற்கான காரணங்களைப் பின்வருமாறு தொகுக் கலாம்.

1.3.1 பொருள்கள் சிதையாமை

இச் சிறப்பு, இயற்பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட எல்லாப் பகுப்பு முறைகளுக்கும் பொதுவானதாகும். அயனிப் பரிமாற்ற முறை வேதிப்பண்பு வேறுபாட்டை அடிப் படையாகக் கொண்டதாயினும், இம் முறையிலும் பொருள்கள் சிதையாமல் மீண்டும் கிடைக்கின்றன.

1.3.2 கலவையிலுள்ள பொருள்களின் எண்ணிக்கை

வேதிப்பண்பு வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட பகுப்பு முறைகளில், ஐந்தாறு பகுதிப் பொருள்களுக்குமேல் கலந்துள்ள கலவையைப் பகுத்தெடுப்பது கடினம். ஆனால், பகுதிக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் (fractional distillation), பல சேர்மங்களைக் கொண்ட கலவைகளும் பகுக்கப்படுகின்றன.

நிறப்பகுப்பில் பகுக்கப்படக்கூடிய சேர்மங்களின் எண்ணிக்கை நூறு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்டு இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, வியர்வையிலுள்ள பல்வேறு அமினோ அமிலங்களைத் தாள் நிறப்பகுப்பில் எளிதாகப் பகுத்து ஆராயலாம். பெட்ரோலிய வளிமத்தில் உள்ள நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட சேர்மங்களை, வளிம நிறப்பகுப்பு முறையில் (gas chromatography) எளிதாக மதிப்பிடலாம்.

சிறுநீரில் உள்ள 90 வகைச் சேர்மங்களையும், அவை சிறிது அளவில் குறைந்தால் ஏற்படும் நோய் வகைகளைப் பற்றியும், நிறப்பகுப்பு முறையைப் பயன்படுத்தி ஆராய முடிகிறது.

1.3.3 கலவையின் வகைகள்

வளிம, நீர்ம, திண்மக் கலவைகள் யாவுமே அவற்றின் பரப்புக் கவர்ச்சி (adsorption) அல்லது பங்கீட்டுப் பண்பு (partition) ஆகியவற்றில் வேறுபடுகின்றன. எனவே, எல்லா வகைக் கலவைகளையுமே நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்க முடிகிறது.

புகைபோக்கிகள் வெளிவிடும் புகை முதல் கடல் நீரில் உள்ள அயனிகள் வரையிலான எல்லாவிதக் கலவைகளையும் இம் முறையில் பகுக்கலாம். பச்சை இலைகளின் பச்சையத்திலுள்ள சில வண்ண மூலக்கூறுகள் முதல், உயிரினங்களில் உள்ள பல்லாயிரக்கணக்கான புரோட்டீன்கள், கொழுப்புகள், சர்க்கரைகள், அமினோ அமிலங்கள், என்சைம்கள் ஈறாக எல்லா வகை உயிர் வேதியியல் கலவைகளையும் நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கலாம்.

எந்தக் கரைப்பானிலும் கரையாத, அல்லது 400°C வெப்ப நிலை வரை ஆவியாகாத கலவைப் பொருள்களை நிறப்பகுப்பு முறையில் நேராகப் பகுக்க முடியாது. ஆனால், இவற்றையும் தகுந்த தொடர் பொருள்களாக (derivatives) மாற்றி, பிறகு நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கலாம்.

1.3.4 விரைவு

பொதுவாக, நிறப்பகுப்பு முறை செயல்படும் வேகத்தில் பிற பகுப்பு முறைகள் செயல்படுவதில்லை. பதினைந்து அல்லது இருபது சேர்மங்களையுடைய கலவை ஒன்றைப் பகுக்க, வளிம நிறப்பகுப்பு முறையில் சில மணித்துளிகள் போதுமானதாகும்.

1.3.5 கலவையின் அளவு

நிறப்பகுப்பு முறையில், 10^{-6} கிராம் எடையுள்ள பொருளையும் கூடப் பகுத்தெடுத்து இனங்காண முடியும். ஆனால், சில கிராம் அளவிற்கும் அதிகமான கலவைகளை இம் முறையில் பகுத்தெடுப்பது எளிதன்று. இது நிறப்பகுப்பு முறையின் ஒரு பெருங்குறை. இதனால்தான், அடிப்படை ஆராய்ச்சிகளில் (fundamental researches) விரிவாகப் பயன்படும் இம் முறை, உற்பத்தித் துறையில் அதிகம் பயன்படுவதில்லை.

எனினும், நிறப்பகுப்பைக் கொண்டு பொருள்களைத் தயாரிக்கும் வழிமுறைகள் (preparative methods), பல ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகத் துரிதமாக வளர்ந்துவருகின்றன. இதைப்பற்றி நிறப்பகுப்பு முறைகளைத் தனித்தனியே ஆராயும்போது விரிவாகக் காண்போம்.

எனவே, வேதிப்பகுப்பு முறைகளுக்குள், நிறப்பகுப்பு ஒரு சிறப்பிடம் பெற்றுள்ளது.

2. நிறப்பகுப்பு முறைகள்

நிறப்பகுப்பு (chromatography) என்பது, நிறத்தின் அடிப்படையில் கலவைப் பொருள்களைப் பகுக்கும் முறையைக் குறிக்கிறது. (chromo = நிறம்; graph = வரைபடம்.)

இம்முறையின் துவக்க காலத்தில், பகுக்கப்பட்ட குவியங்களைக் கண்டறிய அவற்றின் நிறமே பயன்பட்டு வந்தது. அதனால் இந்த முறைக்கு நிறப்பகுப்பு என்ற பெயர் வந்தது. ஆனால், இன்று வண்ணமற்ற கலவைகளும், நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கப்படுகின்றன. எனவே, ஒரு சில ஆய்வாளர்கள் இப்பகுப்பு முறையை, கவர்ச்சிப் பகுப்பு (sorbtography), மாறுபடு நகர்வேகப் பகுப்பு (differential migration) என்ற பெயர்களால் அழைக்க வேண்டும் என்று கருதினர். ஆனால், வரலாற்றுச் சிறப்புக் கருதியும், பொதுவாகப் பழக்கத்தில் உள்ளதைக் கருதியும், நிறப்பகுப்பு எனும் பெயரே இன்றும் வழக்கத்திலுள்ளது.

2.1 நிறப்பகுப்பின் வரலாறு

நிறப்பகுப்பின் வரலாற்றில், ஒரு சில அறிவியல் அறிஞர்களின் பெயர்களே இன்று நிலைத்து நிற்கின்றன. அவர்களின் அரும்பணியை ஓரளவு காண்போம்.

நிறப்பகுப்பின் வரலாற்றில் முதலிடம் பெறுபவர் மைக்கேல் ஸ்வெட் (Michael Tswett) என்னும் ரஷ்ய நாட்டு அறிவியல் அறிஞர். அவர், 1903ஆம் ஆண்டில், பசுமை நிறமுள்ள இலைகளிலுள்ள கலவைப் பொருளைப் பகுத்தெடுத்தார். அவர் பயன்படுத்திய முறை பின்வருமாறு: தூளாக்கப்பட்ட கால்சியம் கார்பனேட் நிலைப்படிவு ஒரு கண்ணாடிக் குழலில் நிரப்பப்பட்டது. அடுத்து, கலவைப் பொருள் குழலின் மேற்பகுதியில் இடப்பட்டு, கரைப்பான் ஊற்றப்படுகிறது. ஆய்வின் முடிவில், கலவையானது இளம் பச்சை, பச்சை, மஞ்சள் போன்ற பல வண்ணக் குவியங்களாகப் பிரிந்திருப்பதைக் காண முடிந்தது. இந்த ஆய்வு முறையே, இன்றையக் குழல் நிறப்பகுப்பின் முன்னோடி எனலாம்.

1931ஆம் ஆண்டில், குன் (Kuhn), லெடரர் (Lederer) ஆகிய இருவரும், அலுமினா (alumina) எனப்படும் அலுமினியம் ஆக்சைடு நிலைப்படிவைக் கொண்டு, கெரோட்டீன்கள் (carotenes), சாந்தோஃபில்கள் (xanthophylls) ஆகியவற்றின் கலவைகளைப் பிரித்தெடுத்தனர்.

நிறப்பகுப்பின் வரலாற்றில் நிலையான இடத்தைப் பெற்றுள்ள இரு அறிஞர்கள் ஏ. ஜே. பி. மார்ட்டின் (A.J.P. Martin), ஆர். எல். எம். சின்ஜ் (R.L.M. Synge) ஆவர். இவர்கள் கேம்பிரிட்ஜ், லீட்ஸ் எனும் பல்கலைக் கழகங்களில், குழல் நிறப்பகுப்பு பற்றிய விரிவான ஆய்வுகளை நடத்தினர். அதன் பயனாக, 1941ஆம் ஆண்டில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நீர்மக் கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்திக் கலவையைப் பகுக்கும் குழல் நிறப்பகுப்பு முறையை உருவாக்கினர். வண்ணமற்ற கலவைகளைக் கண்டறிய, புற ஊதா (ultra-violet) ஒளியைப் பயன்படுத்தும் முறையையும் இவர்கள் மேற்கொண்டார்கள்.

மார்ட்டினும், சின்ஜியும் பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு முறை (partition chromatography) குறித்து, விரிவான ஆய்வுகளை நடத்தினர். அதன் பயனாக, 1944-ல் கம்பளிப் பூச்சியின் உடலில் உள்ள புரதப் பொருள்களை நீராற் பகுத்துப் (hydrolysed) பெறப்பட்ட கலவையை, வடிதாள்களில் (filter paper) பகுத்து, அக்கலவையிலுள்ள 18 அமினோ அமிலங்களைப் பகுத்தெடுத்தனர். இம் முறையே, இன்று தாள் நிறப்பகுப்பாக (paper chromatography) வளர்ந்துள்ளது. சாயங்கள், எழுது மைகள், மருந்துகள், நச்சுப் பொருள்கள், குருதியின் (blood) பகுதிப் பொருள்கள், தாவர-உயிர்ப் பொருள்கள் ஆகியன தாள் நிறப்பகுப்பு முறையில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தாள் நிறப்பகுப்பையும், குழல் நிறப்பகுப்பையும் இணைக்கும் வகையில், குழலில் பயன்படும் நிலைப்படிவைக் கண்ணாடித் தகட்டின்மீது மெல்லிய படலமாக உருவாக்கி, கலவையைப் பகுக்கும் முறையும் வளர்ந்தது. இதுவே, மென்படல நிறப்பகுப்பு (thin-layer chromatography) எனப்படுகிறது.

1947-ல் அணு உலைகளில் (atomic reactors) அணுப்பிளப்பு வினையால் (atomic fission) கிடைத்த கலவையை, அயனிப் பரிமாற்றப் பிசின்களின் (resins) வழியே செலுத்திப் பகுத்தெடுக்கும் முறையை, அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டு அணுசக்திக்

கழகம் (Atomic Energy Commission) கண்டறிந்தது. இதுவே, இன்று விரிவாகப் பயன்படுத்தும் அயனிப் பரிமாற்ற நிறப் பகுப்பு (ion-exchange chromatography) ஆகும்.

1952ஆம் ஆண்டு, ஏ.டி. ஜேம்ஸ் (A.T. James), ஏ.ஜே.பி. மார்ட்டின் (A. J. P. Martin) ஆகிய ஆய்வாளர்கள். இலண்டனி லுள்ள தேசிய மருத்துவ ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் (National Institute of Medical Research) செய்த ஆய்வுகளின் பயனாகப் பிறந்ததே வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பு (gas-liquid chromatography) ஆகும். இம் முறையைப் பயன்படுத்தும் சூழ்நிலைகள் சற்றுக் கடினமாக இருக்கின்றன. 400°C வெப்பநிலையில் ஆவியாகக் கூடிய எந்தக் கலவையையும், இன்று எளிதில் பகுத்துவிடலாம்.

2.2 நிறப்பகுப்பு முறையின் வகைகள்

நிறப்பகுப்பு முறையில் தொடர்ந்து, புதிய செய்முறைகள் உருவாக்கப்பட்டு வருகின்றன. அதனால் அதன் பயன்களும் பெருகி வருகின்றன. இங்கு, நிறப்பகுப்பு முறைகளைக் கோட்பாடு களின் அடிப்படையிலும், செய்முறைகளின் அடிப்படையிலும் ஆராய்வோம்.

2.2.1 செய்முறை வகைகள்

கலவைகளைப் பகுக்கக் கையாளப்படும் கருவி அமைப்பு களின் அடிப்படையில், நிறப்பகுப்பு முறைகளைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்;

(அ) குழல் நிறப்பகுப்பு

(ஆ) தாள் நிறப்பகுப்பு

(இ) மென்படல நிறப்பகுப்பு

(ஈ) வளிம நிறப்பகுப்பு

(உ) அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு

2.2.2 நிலைப்படிவு, நகர்படிவுகளின் அமைப்பு

நிறப்பகுப்பு முறைகள் அனைத்தும், நிலைப்படிவிற்கும் (stationary phase) நகர்படிவிற்கும் (mobile phase) இடையே,

கலவை பகிர்வடைவதை அடிப்படையாகக் கொண்டன. எனவே, நிலைப்படிவு, நகர்படிவுகளின் பண்புகளை ஒட்டியும் நிறப்பகுப்பு முறைகளை வகைப்படுத்தலாம்.

நிறப்பகுப்பில், நிலைப்படிவு திண்மமாகவோ அல்லது நீர்மமாகவோ அமையலாம். நகரும் படிவு, நீர்மமாகவோ அல்லது வளிமமாகவோ அமையலாம். எனவே, நிறப்பகுப்பு முறைகளை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். செய்முறை வேறுபாடுகளையும் கருத்தில் கொண்டு, நிறப்பகுப்பு முறைகளைப் பின்வருமாறு (பட்டியல் 2.1) வரிசைப்படுத்தலாம்.

பட்டியல் 2.1 நிறப்பகுப்பு முறைகள்

தொடர் எண்	நிலைப்படிவு	நகர்படிவு	பகுப்புமுறை	பகுப்பு முறையின் வகைகள்
1.	திண்மம்	நீர்மம்	திண்ம நீர்ம நிறப்பகுப்பு	(i) பரப்புக் கவர்ச்சி குழல் நிறப்பகுப்பு (ii) பரப்புக் கவர்ச்சி மென்படல நிறப்பகுப்பு (iii) அயனிப் பரிமாற்றப் பகுப்பு
2.	நீர்மம்	நீர்மம்	நீர்ம-நீர்ம நிறப்பகுப்பு	(i) பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு (ii) தாள் நிறப்பகுப்பு (iii) பங்கீட்டு மென்படல நிறப்பகுப்பு
3.	நீர்மம்	வளிமம்	நீர்ம-வளிம நிறப்பகுப்பு	வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பு
4.	திண்மம்	வளிமம்	திண்ம-வளிம நிறப்பகுப்பு	வளிம-திண்ம நிறப்பகுப்பு

2.2.3 பகுப்பிற்கு அடிப்படையான பண்பு வேறுபாடு

நிறப்பகுப்புக்கு அடிப்படையாகிய மூலக் கூறுகளின் பண்பு வேறுபாடுகள் பின்வருவனவாகும்:

(அ) **பரப்புக் கவர்ச்சி:** கலவையிலுள்ள மூலக் கூறுகள், திண்ம-நீர்ம அல்லது நீர்ம-வளிமப் படிவுகளுக்கிடையே பகுப் படையும்போது, அம் மூலக்கூறுகளின் தளப் பரப்பின்மீது கவரப்படும் கவர்திறன் வேறுபாடுகளே, அம் மூலக் கூறுகள் பகுபடக் காரணமாக அமைகிறது.

(ஆ) **பங்கீடு:** நீர்ம-வளிம அல்லது நிறப்பகுப்புகளில் கலவை மூலக் கூறுகள், இருவேறு படிவுகளுக்கிடையே பங்கீடு அடைவதில் உள்ள வேறுபாடுகளே, கலவைகள் பகுபடக் காரணமாக அமைகின்றன.

(இ) **அயனிப் பரிமாற்றம்:** நிலைப் படிவுக்கும், நகர் படிவிற்கும் இடையில் அயனிகள் பகிர்வடைவதில் உள்ள வேறுபாடுகளே அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்புக்கு அடிப்படை ஆகும்.

2.2.4 இந் நூலில் கையாளப்பட்டுள்ள பகுப்பு முறை

இந் நூலில் நிறப்பகுப்பு முறை, பெரும்பாலும் செய்முறை அடிப்படையிலேயே நிரல்படுத்தி ஆராயப்பட்டுள்ளது.

நிறப்பகுப்பு முழுமையையும் விளக்கிவிடுவது இந் நூலின் நோக்கமன்று. சில எளிய நிறப்பகுப்பு முறைகளை யாவரும் புரிந்து கொள்ளுமாறு விளக்கிச் சொல்வதே இந் நூலின் ஒரு முக்கிய நோக்கமாகும். இதனால்தான், களிம வடிப்பு (gel filtration), மின் துளைப் பெயர்ச்சி (electrophoresis) போன்ற சில நிறப் பகுப்பு முறைகள் இங்கு ஆராயப்படவில்லை.

2.3 தகுந்த பகுப்பு முறையைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையைப் பிரித்தெடுக்க, எந்த முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டும் என்று முடிவு செய்வது எளிதன்று. எளிய முறைகளை முதலில் பயன்படுத்தி, பிறகு தேவைப்பட்டால் கடினமான முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். பலவகைப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கப் பொதுவாகப் பயன் படுத்தப்படும் முறைகளைப் பட்டியல் 2.2-ல் காண்க.

பட்டியல் 2.2 பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறைகள்

தொடர் எண்	பிரிக்கப்படும் பொருள்கள்	நிறப்பகுப்பு முறை
1.	வாயுக்களும் ஆவியாகக் கூடிய பொருள்களும்.	நிலைத்த வாயுக்களுக்கு (permanent gases) வாயு–திண்ம நிறப்பகுப்பு ; பிற பொருள் களுக்கு வாயு–நீர்ம நிறப்பகுப்பு.
2.	அயனிகளை உடையனவும், கனிமப் பொருள் களும் (inorganic substances).	அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு ; தாள் நிறப்பகுப்பு ; குவிய மின் நுண்துளைப் பெயர்ச்சி (zone electrophoresis) ; குழாய் நிறப்பகுப்பு ; மென்படிவு நிறப் பகுப்பு.
3.	அயனிகளால் ஆனவற்றை, அயனிக ளில்லாத, பொருள் களிலிருந்து பிரித்தல்.	அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு ; களிம வடிப்பு (gel filtration).
4.	மூலக்கூறு எடை மிகுந்த உயிரியல் பொருள்கள் (biological samples)	களிம வடிப்பு ; மின் நுண்துளைப் பெயர்ச்சி (electrophoresis) ; மென்படிவு நிறப் பகுப்பு.
5.	பிற பொருள்கள்	குழாய் நிறப்பகுப்பு ; தாள் நிறப்பகுப்பு ; மென்படிவு நிறப்பகுப்பு.

3. நிறப்பகுப்பு முறையின் கோட்பாடுகள்

நிறப்பகுப்பு பெரும்பாலும் ஒரு செய்முறை அறிவியலாகவே (practical science) வளர்ந்து வந்துள்ளது. கரைபொருள் (solute), கரைப்பான் (solvent), கவர்பொருள் (sorbent), தாங்கி (support) ஆகியவற்றைத் தகுந்தமுறையில் தேர்ந்தெடுத்தல், நிறப்பகுப்புக்குத் தேவையான குழல்களையும் (columns), தட்டுகளையும் (plates) தக்க முறையில் அமைத்தல் முதலியன செய்முறை அடிப்படையிலேயே இயங்கிவந்தன.

அண்மைக் காலத்தில், நிறப்பகுப்பு முறையின் கோட்பாடுகள் (theories) விரிவாக ஆராயப்பட்டு வருகின்றன. இதன் பயனாக, பிரித்தெடுக்கும் திறன் (efficiency of separation) தக்க முறையைத் தேர்ந்தெடுத்தல் (selectivity), விரைவாகப் பகுத்தல் (speed of separation) ஆகியன நன்கு வளர்ந்துள்ளன. மேலும், நிறப்பகுப்பு எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பதையும் இக் கோட்பாடுகள் தெளிவாக்குகின்றன. எனவே, வேதியியலில் பயன்படும் நிறப்பகுப்பு முறைகளைத் தனித்தனியே ஆராயுமுன், அம் முறைகளின் பொதுக் கோட்பாடுகளை அறிதல் பயனுள்ளதாகும்.

கோட்பாடுகள் அனைத்தும் கணிதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. நிறப்பகுப்பின் கோட்பாடுகளும் அத்தகையனவே. ஆனால், நீண்ட திறுவுதல்களும் (derivations), சமன்பாடுகளும் (equations) பலருக்கு எளிதில் விளங்குவதில்லை. எனவே, அவற்றை அடிப்படை உண்மைகளின் துணை கொண்டு ஆராய்தல் ஈண்டுக் கையாளப்படுகிறது.

3.1.1 அடிப்படை இயற்பண்புகள்

நிறப்பகுப்பு, வேதியியலில்தான் பெருமளவு பயன்படுத்தப் படுகிறது. எனினும், இம் முறையின் அடிப்படையாக அமைந்துள்ள பண்புகளில், இயற் பண்புகளே (physical properties) மிகுதியாகும். அவற்றுள் முக்கியமானவை பின்வருவன :

(1) ஒரு நீர்மக் கரைப்பானில் மூலக்கூறுகளின் **கரைதிறன்** (solubility).

(2) தூளாக்கப்பட்ட திண்மத்தின் துகள்களால் மூலக் கூறுகள் கவரப்படுதல் (adsorption).

(3) நீர்ம நிலையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் வாயுவாகும் தன்மை (volatility).

3.1.2 சமன்பாட்டுநிலைப் பங்கீடு

ஒன்றுடன் ஒன்று கலவாத, இரு நீர்மங்களை எடுத்துக் கொள்வோம். இவ்விரு நீர்மங்களிலும், வெவ்வேறு விகிதங் களில், ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மூலக்கூறுகள் கரையக்கூடும். இத்தகைய கரைதல் குறைந்த அளவு நேரத்தில், ஒரு சமன் பாட்டு நிலையை (equilibrium) அடைந்துவிடும். ஓர் எடுத்துக் காட்டினைக் கருதுவோம்.

நீரும், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடும் (carbon tetrachloride) ஒன்றுடன் ஒன்று கலவாத இரு நீர்மங்கள். இவை வைக்கப் பட்டுள்ள ஒரு கலத்தில் அயோடினைக் கரைப்போம். கார்பன் டெட்ராகுளோரைடில் உள்ள அயோடினின் அடர்வு (concentration), C_{CCl_4} ஆக இருக்கட்டும். நீரில் அயோடினின் அடர்வு, C_{H_2O} ஆக இருக்கட்டும். இவ்விரு அடர்வுகளும், ஒரு மாறு விகிதத்தில் (constant ratio) இருக்கும். எனவே,

$$\frac{C_{CCl_4}}{C_{H_2O}} = K \qquad \text{.... (3.1)}$$

இங்கு, K என்னும் மாறிலி (constant), பங்கீட்டு எண் (partition coefficient) எனப்படுகிறது.

அடுத்து, மற்றொரு கலனில் நீரையும், தூளாக்கப்பட்ட கரியையும் (charcoal) எடுத்துக்கொள்வோம். இவை, ஒன் றுடன் ஒன்று கலவாதவை. இக் கலனில் உள்ள நீரில், ஆக்சாலிக் அமிலத்தைக் (oxalic acid) கரைக்கும்போது, அமிலத்தின் ஒரு பகுதி (C_{carbon}) கரித் தூளின் மேற்பரப்பால் கவரப்படுகிறது (adsorbed). எஞ்சிய பகுதி (C_{H_2O}) நீரில் கரைந்திருக்கும். முன்போலவே, இங்கும் பகிர்வு எண் (distribution coefficient) பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது :

$$\frac{C_{carbon}}{C_{H_2O}} = K \qquad \text{.... (3.2)}$$

இவ்வாறு, ஒன்றுடன் ஒன்று கலவாத இரு நீர்மங்களோ, திண்ம-நீர்மப் பொருள்களோ, நீர்ம-வாயுப் பொருள்களோ திண்ம-வாயுப்பொருள்களோ இரு தனிப் படிவுகளாக (phases) இருக்கும்போது, மூலக்கூறுகளின் இயற் பண்புகளில் உள்ள

வேறுபாடுகளால் அந்த இரு வகை மூலக்கூறுகளும் பகிர்வடைகின்றன. இத்தகைய பகிர்வே, சமன்பாட்டுநிலைப் பகிர்வு (equilibrium distribution) எனப்படுகிறது.

இதைப் போலவே, அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பில் (ion-exchange chromatography), திண்ம-நீர்ம படிவுகளுக்கிடையே அயனிகள் பகிர்வு அடைகின்றன.

சமன்பாட்டு நிலையில் இருக்கக்கூடிய வெவ்வேறு படிவுகளையும், அவற்றில் பகிர்வு அடையும் மூலக்கூறுகளின் இயற்பண்பு வேறுபாடுகளையும் பின்வருமாறு தொகுக்கலாம் (பட்டியல் 3.1). ஒவ்வொரு சமன்பாட்டு நிலைக்கும் ஒரு பங்கீட்டு எண் உண்டு என்பது வெளிப்படை.

பட்டியல் 3.1 சமன்பாட்டு நிலைப் பகிர்வு

எண்	படிவுகள்	பண்புகள்
1.	திண்மம் / நீர்மம்	கவர்தல் / கரைதல்
2.	திண்மம் / நீர்மம் (அயனி நிறப் பகுப்பு)	திண்ம அயனிக் கவர்ச்சி / நீர்ம அயனிக் கவர்ச்சி
3.	திண்மம் / வாயு	கவர்தல் / ஆவியாதல்
4.	நீர்மம் / நீர்மம்	கரைதல் / கரைதல்
5.	நீர்மம் / வாயு	கரைதல் / ஆவியாதல்

பகுதி அ: இயங்கு சமன்பாட்டுப் பகிர்வு

3.2.1 நிறப்பகுப்பில் இயங்கு சமன்பாட்டு நிலை

இருவகைப் படிவுகள் நிலையான சமன்பாட்டில் இருக்கும் போது, மூலக்கூறுகள் தம் பண்புகளின் வேறுபாட்டால் அவற்றுக்கிடையே எவ்வாறு பகிர்வு அடைகின்றன என்பதை மேலே கண்டோம். நிறப்பகுப்பு முறையில், ஒரு படிவு நிலைப்படிவாகவும் (stationary phase), மற்றொரு படிவு நகரும் படிவாகவும் (mobile phase) இருக்கும்.

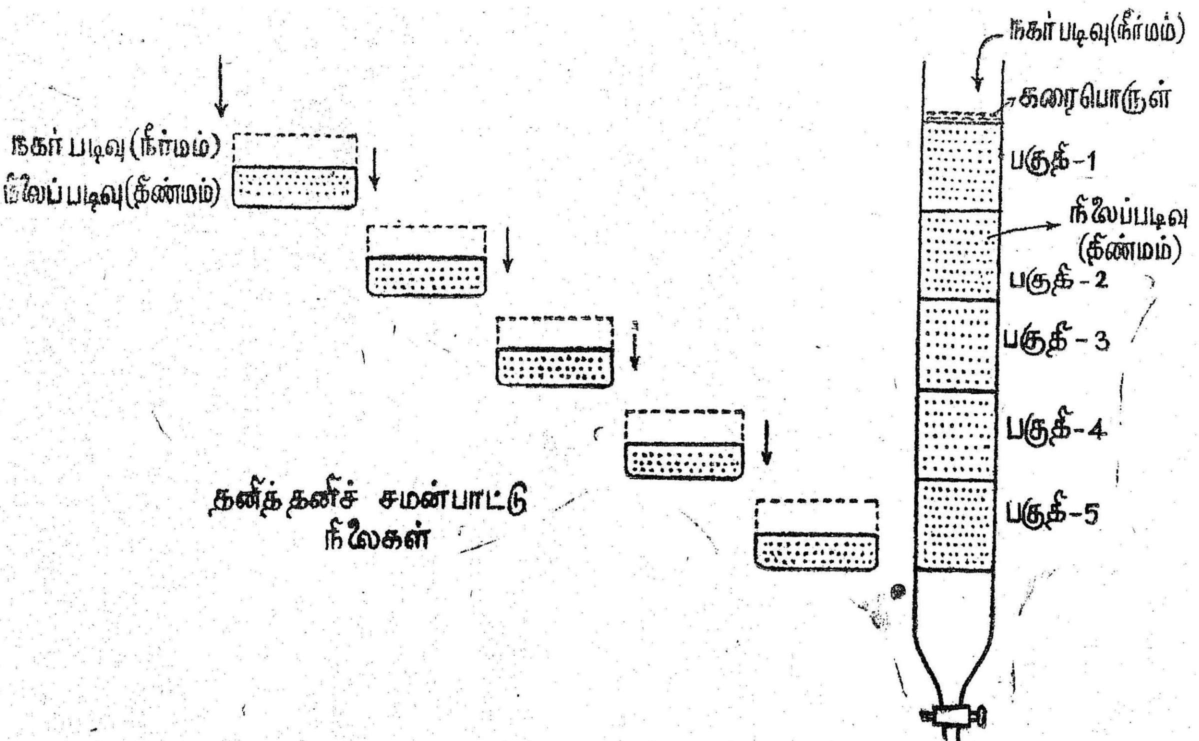
ஒரு திண்மப் பொருள் நிலைப்படிவாக அமையும்போது, ஒரு நீர்மமோ அல்லது ஒரு வாயுவோ நகரும் படிவாக அமையும்.

இவ்விரு வகைகளாக அமைவன, முறையே, பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு (adsorption chromatography) வாயு - திண்ம நிறப் பகுப்பு (gas – solid chromatography) என்று அழைக்கப் படுகின்றன.

ஒரு நீர்மப் பொருளை நிலைப்படிவாக அமைத்தல் எளிதன்று. அது நகராமல் நிலைத்திருக்க, வினைத் திறனற்ற, திண்ம நிலையுள்ள ஒரு தாங்கி (inert solid support) பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு நீர்மப் பொருள் நிலைப்படிவாக அமையும் போது, வேறொரு நீர்மமோ அல்லது வாயுவோ, நகரும் படிவாக அமையலாம். இவை, முறையே, பகிர்வு நிறப்பகுப்பு (partition chromatography), வாயு-நீர்ம நிறப்பகுப்பு (gas-liquid chromatography) எனப்படும்.

நிலைப்படிவின்மீது நகரும் படிவு நகர்ந்து செல்லும்போது, அவ்விரு படிவுகளுக்கும் இடையில் சமன்பாட்டு நிலை (equilibrium) இருப்பதாகக் கொள்ள முடியாது. எனினும், நிலைப் படிவைப் பல சிறு பகுதிகளின் தொகுப்பாகக் கருதிக்கொண்டு, நகரும் படிவானது ஒவ்வொரு நிலைப்படிவுப் பகுதியோடும் மிகக் குறுகிய காலத்திற்குச் சமன்பாட்டு நிலையில் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு, சமன்பாடற்ற நிலையை (non-equilibrium), ஓர் இயங்கு சமன்பாட்டு நிலையாகக் கொண்டு (dynamic equilibrium), நிறப்பகுப்பு முறையை ஆராய்வோம்.

இயங்கு சமன்பாட்டு நிலையைப் படம் 3.1 தெளிவாக விளக்கு கிறது. மேலிருந்து கீழ்நோக்கி வரும் நகரும் படிவு, குழலிலுள்ள நிலைப்படிவின் ஒவ்வொரு பகுதியுடனும், தனித்தனி சமன்பாட்டு நிலையை உருவாக்கிக் கொள்கிறது. இந் நிலையில், இரு படிவு களுக்கிடையில் மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு பகிர்வு அடைகின்றன ? பின்வரும் கற்பனை ஆய்வு இவ் வினவிற்கு விடை தரும்.



படம் 3.1 இயங்கு சமன்பாட்டு நிலை

64 மி. கி. (மில்லி கிராம்) கரை பொருள் ஒன்றினை எடுத்துக் கொள்வோம். இதிலுள்ள மூலக்கூறுகள் நிலைப்படிவிற்கும், நகரும் படிவிற்கும் இடையே எவ்வாறு பகிர்வு அடைகின்றன என்பதைக் காண்போம். படம் 3.2-ல் உள்ளது போல், குழலில் அடைக்கப்பட்டுள்ள திண்ம நிலைப்படிவின்மேல் கரைபொருள் வைக்கப்பட்டு, அதன்மீது நகரும் படிவு மேலிருந்து ஊற்றப் படுகிறது. நகரும் படிவானது, நிலைப்படிவுடன் ஐந்து பகுதி களில் தனித்தனியே சமன்பாட்டு நிலையில் இருப்பதாகக் கொள்வோம்.

சமன்பாட்டு நிலையில், இவ்விரு படிவுகளுக்கும் இடையே கரைபொருளின் பகிர்வு எண் 1 எனக் கொள்வோம்.

$$\frac{C_{solid}}{C_{liquid}} = K = 1 \quad \text{.... (3.2)}$$

$$\therefore \quad C_{solid} = C_{liquid}$$

எனவே, சமன்பாட்டு நிலையில், கரைபொருளானது இரு படிவு களுக்கும் இடையே சமமாகப் பிரிக்கப்படும்.

பகுதி-1ல், படி-1ல், 64 மி.கி. கரை பொருளில் 32 மி.கி, திண்மப் பொருளால் கவரப்படும். எஞ்சியுள்ள 32 மி.கி. நீர்மத்தில் கரைந்து பகுதி-2-க்குச் செல்லும். அடுத்து, படி-2-ல், பகுதி-1-க்கு வரும் நீர்மம், நிலைப்படிவில் உள்ள 32 மி.கி. கரை பொருளில், 16 மி.கி. கரைத்துக் கொண்டு, பகுதி-2க்குச் செல்லும். படி-3-ல், பகுதி-1-க்கு வரும் நீர்மம், நிலைப்படிவி லுள்ள 16 மி.கி. கரை யொருளில், 8 மி.கி. கரைத்துக்கொண்டு, பகுதி-3-க்குச் செல்லும். இவ்வாறு, ஒவ்வொரு பகுதியிலும், பல படிகளில் அடுத்தடுத்து நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளைப் படம் 3.2 விளக்குகிறது.

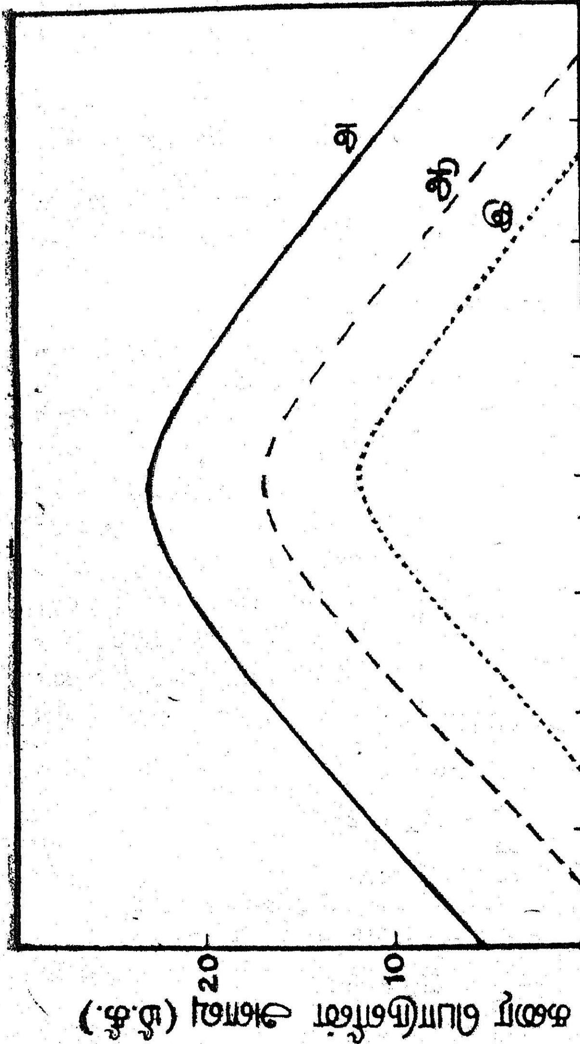
ஒரு முக்கியமான உண்மையைப் படம் 3.2 சுட்டிக் காட்டு கிறது: படி-3, படி-5 இவற்றில் கரைபொருளில் பெருமளவு குழலின் மையத்திலுள்ள பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இம் மாதிரியே, 9 அல்லது 17 படிகளுக்குப்பின் பகிர்வு அடையும்

பகுதி-1 2 3 4 5

நகரும் படிவு (நீர்மம்)
நிலைப் படிவு (திண்மம்)

படி-1: 32-மி.கி. / 32-மி.கி.
2: 16/16, 16/16
3: 8/8, 16/16, 8/8
4: 4/4, 12/12, 12/12, 4/4
5: 2/2, 8/8, 12/12, 8/8, 2/2

3.2 பல பகுதிகளில் ஒரு பொருள் பகிர்வு அடைதல்



3.3 கரைபொருள் மையப் பகுதிகளில் கம்பி ரிடுதல்

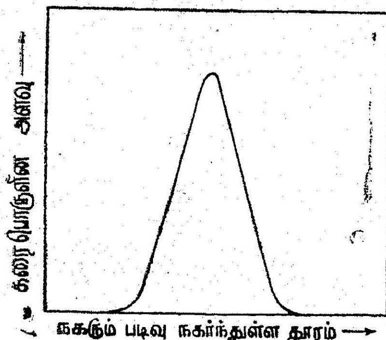
நிலையை ஆராய்ந்தாலும், மையப்பகுதியில் பெருமளவு கரைபொருள் தங்கிவிடுவதை அறியலாம். இந்த உண்மையைப் படம் 3.3 தெளிவாக்குகிறது.

இவ்வாறு, ஒரு கரைபொருள் நிலைப்படிவின் ஊடாக, நகர் படிவுடன் இயங்கு சமன்பாட்டு நிலையில் நகரும்போது, அதன் பெரும் பகுதியானது ஒரு குறிப்பிட்ட சிறு இடைவெளியில் குவிந்து விடுகிறது. கரைபொருளின் அடர்வு மிகுந்த இப் பகுதி குவியம் (Zone) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

நிறப்பகுப்பின்போது, நகரும் படிவானது நிலைப்படிவுடன் மேலே விளக்கியதுபோல பல சமன்பாட்டு நிலைகளை அடைகிறது. எனவே, கரைபொருள் நிலைப்படிவின் சிறு பகுதியில் குவிந்து விடுகிறது. இதைக் காட்டும் வரைபடம், காஸியன் வரிவடிவத்தைப் (Gaussian curve) பெற்றுள்ளது (படம் 3.4 காண்க).

3.4 கரைபொருள்களின் கலவையைப் பிரித்தல்

ஒரு கலவையிலுள்ள கரைபொருள்கள் நிறப்பகுப்பு முறையில் எவ்வாறு பிரிக்கப்படுகின்றன என்பதை இனி ஆராய்வோம்.



படம் 3.4 கரைபொருள் மிகுந்த குவியம்

முதலில், A, B என்னும் இரு கரைபொருள்கள் உள்ள கலவையை எடுத்துக் கொள்வோம். திண்ம நிலையிலுள்ள நிலைப் படிவிற்கும், நீர்ம நிலையிலுள்ள நகரும் படிவிற்கும் இடையே, A, B ஆகியவற்றின் பகிர்வு எண் முறையே, 3·0, 0·33 எனக் கொள்வோம்.

$$\frac{C_{sA}}{C_{LA}} = K_A = 3{\cdot}0$$

$$\therefore \quad C_{sA} = 3{\cdot}0\, C_{LA}$$

[குறிப்பு: C_{sA} = திண்மப் படிவில் A-ன் அடர்வு;
C_{LA} = நீர்மப் படிவில் A-ன் அடர்வு.]

$$\frac{C_{sB}}{C_{LB}} = K_B = 0{\cdot}33$$

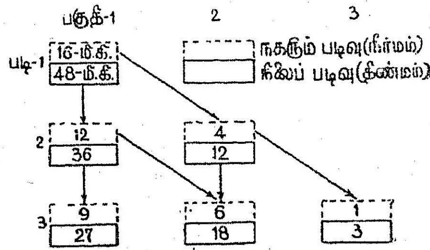
$$\therefore \quad C_{sB} = 0{\cdot}33\, C_{LB}$$

அல்லது, $3C_{sB} = C_{LB}$

[குறிப்பு : C_{sB} = திண்மப் படிவில் B-ன் அடர்வு;
C_{LB} = நீர்மப் படிவில் B-ன் அடர்வு.]

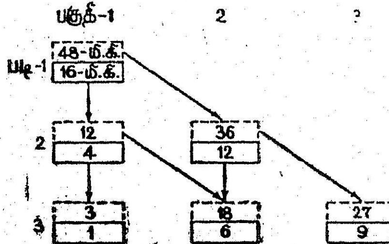
படம் 3.1-ல் காட்டியுள்ளபடி, 64 மி. கி. A-ம், 64 மி. கி. B-ம் உள்ள கலவையைக் குழாயின் மேற்பகுதியில் வைத்து, நகரும் படிவாகிய நீர்மத்தை மேலிருந்து ஊற்றுவோம். அப்போது ஏற்படும் இயங்கு நிலைச் சமன்பாட்டு நிலைகளில், நிலைப்படிவின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் என்ன நடக்கிறது என்பதை ஆராய்வோம்.

முதலில், கரைபொருள் A ஐக் கவனிப்போம். சமன்பாட்டு நிலையில், நகரும் படிவில் A-ன் அடர்வு (C_{LA}) நிலைப்படிவில் A-ன் அடர்வில் (C_{sA}) மூன்றில் ஒரு பங்காகும். எனவே, பகுதி-1-ல், படி-1-ல், 48 மி.கி. அளவு A நிலைப்படிவுடன் தங்கிவிட, 16 மி.கி. மட்டுமே நகரும் படிவுடன் பகுதி-2-க்குச் செல்கிறது. இதைப் போல், படி-2, படி-3 ஆகியவற்றில் என்ன நிகழ்கிறது என்பதைப் படம் 3.5 தெளிவாக்குகிறது.



படம் 3.5
கரைபொருள் A—பகுக்கப்படுதல்

அடுத்து, கரைபொருள் B ஐக் கவனிப்போம். படி-1-ல் மி.கி. நிலைப்படிவிலும், 48 மி.கி. நகரும் படிவிலும் பகிர்வு அடைகின்றன. (படம் 3.6 காண்க).

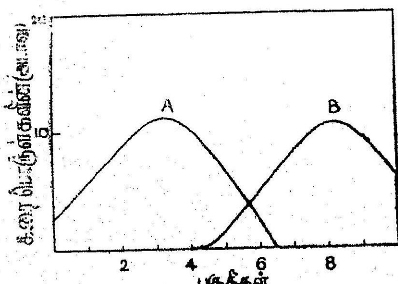


படம் 3.6 கரைபொருள் B—பகுக்கப்படுதல்

படி-3-ன் முடிவில், கரைபொருள் A-ன் பெரும் அளவு (36 மி.கி.), பகுதி-1-ல் தங்கிவிடுகிறது. ஆனால், கரை

பொருள் B-பெருமளவு (36 மி.கி.) பகுதி 3 ஐ அடைந்துவிடுகின்றது. மேலும் அதிகப் படிகளுக்குப் பின், கரை பொருள் A-ம், கரை பொருள் B-ம் தனித்தனிக் குவியங்களாகி இடம் பெயர்ந்து செல்லத் தொடங்குகின்றன (differential zone migration), ஒன்பது படிகளுக்குப்பின், A-ம், B-ம் பகுக்கப்பட்டிருக்கும் நிலையைப் படம் 3.7 விளக்குகிறது.

இவ்வாறு, இயங்கு சமன்பாட்டு நிலையில், வெவ்வேறு வகைப்பட்ட மூலக்கூறுகள், நிலைப்படிவிற்கும் நகரும் படிவிற்கும் இடையே வெவ்வேறு விகிதங்களில் பகிர்வடைகின்றன. இதனால், கலவையில் உள்ள பொருள்கள் தனித்தனி குவியங்களாகப் பகுப்படைகின்றன. இத்தகைய மாறுபட்ட குவிய இடப்பெயர்ச்சியே நிறப்பகுப்பு முறையின் அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது.



படம் 3.7
கலவையிலுள்ள A, B என்னும் கரைபொருள்களின் பகிர்வு
($K_A = 3{\cdot}0$, $K_B = 0{\cdot}33$)

இதுவரை, பகிர்வு எண்களின் அடிப்படையில் நிறப்பகுப்பு முறை எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பது ஆராயப்பட்டது. ஆனால், பயன்படுத்திய எடுத்துக்காட்டுகளில் வேறுபல உண்மைகள் கவனிக்கப்படவில்லை. குறிப்பாக, நிறப்பகுப்பில் கரைபொருள்கள் விரைவாகவும் (அதாவது 10-20 படிகளில்), பகுப்புத்திறனோடும் (efficiency) எளிதில் பிரிந்துவிடுவதில்லை.

வேதி நிறப்பகுப்பு முறையை மேலும் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள, பின்வரும் வினாக்களுக்கு விடை காணவேண்டும்:

(1) ஒவ்வொரு சிறு சமன்பாட்டு படியின் உயரம் எவ்வளவு?

(2) நிலைப்படிவும், நகரும் படிவும் வெவ்வேறு பருமன் (volume) இருக்கும்போது, பகிர்வு எண் எவ்வாறு மாறுபடுகிறது? (மேலே விளக்கிய எடுத்துக்காட்டுகளில், இரு படிவுகளின் பருமனும், ஒவ்வொரு சிறு சமன்பாட்டு நிலையிலும், சமமாக இருப்பதாகக் கருதப்பட்டது.)

(3) நகரும் படிவின் நகரும் வேகத்திற்கும், கரை பொருளின் நகரும் வேகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு என்ன?

(4) ஊடுருவல் (diffusion) முதலிய நிகழ்ச்சிகள் குவியங் களின் பெயர்ச்சியை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன?

(5) பிறப்பகுப்பைத் திறன் மிகுந்ததாகச் (efficient) செய்வது எப்படி?

மேற்குறிப்பிட்ட வினக்களுக்கு விடைகாண, பிறப்பகுப்பு முறையை மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தின் (molecular motion) அடிப்படையில் ஆராயவேண்டும். இதைப்பற்றி அடுத்து வரும் பகுதிகளில் காண்க.

3.3 பகுதி ஆ: குவிய நகர்வு (Zone migration)

3.3.1 நகரும் வேகமும், நகரும் வேக விகிதமும்

குவியங்கள் வெவ்வேறு வேகங்களில் நகர்வதால்தான், அவை பகிர்வடைகின்றன என்பதை அறிந்தோம். குவியம் நகரும் வேகத்திற்கும் (velocity of the zone), நகரும் படிவு நகரும் வேகத்திற்கும் (velocity of the mobile phase) இடையே உள்ள விகிதமே, நகரும் வேக விகிதம் (rate factor or R_f) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

நகரும் வேக விகிதம் =

$$R_f = \frac{\text{குவியம் நகரும் வேகம் } (v_z)}{\text{நகரும் படிவு நகரும் வேகம்} (v_m)} \quad \ldots (3.3)$$

ஒரு குவியம் எந்தப் பகுதியில் தோன்றும் என்பதைக் கண்டுபிடிக்க, நகரும் வேகவிகிதம் உதவுகிறது.

பிறப்பகுப்பில், குழல் வழியே குவியம் நகர்ந்து செல்லும் போது, குவியத்தில் உள்ள மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் ஒரே சீரான வேகத்தோடு நகர்ந்து வருவதுபோல் தோன்றக்கூடும். ஆனால், உண்மையில், தனி மூலக்கூறுகள் அவ்வாறு செயல் படுவதில்லை. பிறப்பகுப்புக் குழலில் ஒரு மூலக்கூறு எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பதை இனி காண்போம்.

சாதாரண அறை வெப்பநிலையில், ஒரு திண்மப் பொருளிலோ அல்லது நீர்மப் பொருளிலோ உள்ள மூலக்கூறு ஓய்ந்திருப்பதில்லை. அது தானாகவே சுழன்று கொண்டும் (rotation), திண்மப் பொருள்களில் அதிர்ந்து கொண்டும்

(vibration), நீர்மப் பொருள்களில் எல்லாத் திசைகளிலும் நகர்ந்து கொண்டும் (random motion) இருக்கும். மூலக்கூறு களின் இத் தகைய இயக்கத்தினுல் குவியங்கள் பரவுகின்றன (zone spreading). இதனுல், குவியங்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி பெருகுகிறது. இதைப்பற்றி விரிவாகப் பின்பு காண்போம்.

நிலைப்படிவிற்கும், நகரும் படிவிற்கும் இடையே ஒரு தனி மூலக்கூறு எவ்வாறு செயல்படுகிறது? நிலைப்படிவின் பரப்பில் கவரப்பட்ட (adsorbed) ஒரு மூலக்கூறு, அப் பரப்பிலிருந்து விடுபட (desorb) ஆகும் நேரம் t_d நொடிகள் (seconds) எனக் கொள்வோம். இந்த t_d நொடிகளில் நகரும் படிவு சிறிது நகர்ந்து சென்றிருக்கும். ஆனுல், மூலக்கூறு நிலைப்படிவிலேயே பின் தங்கி இருக்கும். t_d நொடிகளுக்குப் பின், மூலக்கூறு நிலைப் படிவிலிருந்து விடுபட்டு, நகரும் படிவை அடையும். அம் மூலக்கூறை நகரும் படிவானது தன்னேடு, தான் செல்லும் வேகத்தில் (v_m) இழுத்துச் செல்லும். அம் மூலக்கூறு திரும்பவும் நிலைப்படிவால் கவரப்படும்வரை, நீர்மப்படிவில் t_a நொடிகள் இருப்பதாகக் கொள்வோம்.

நகரும் படிவு மொத்தம் $(t_a + t_d)$ நொடிகள் நகரும்போது, மூலக்கூறு t_a நொடிகள் மட்டுமே நகரும். எனவே, மூலக்கூறு நகரும் வேகம் (v_z), நகரும்படிவின் நகர்வேகத்தைப்போல் $t_a/(t_a + t_d)$ பங்கே இருக்கும்.

$$v_z = \frac{t_a}{(t_a + t_d)} v_z \qquad .... (3.4)$$

இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து, தனி மூலக்கூறு ஒன்றின் நகர் வேக விகிதத்தை, அல்லது, தனி மூலக்கூறு எந்தக் குவியத்துடன் நகர்ந்துவருகிறதோ அந்தக் குவியத்தின் நகரும் வேக விகிதத்தை (R_f) கண்டறியலாம்.

சமன்பாடு 3.3-ல், சமன்பாடு 3.4-ல் உள்ள v_z-ன் மதிப்பைப் பிரதியிடுவோம் (substitute) :

$$R_f = \frac{t_a}{(t_a + t_d)} \cdot \frac{v_m}{v_m}$$

$$\text{அல்லது, } R_f = \frac{}{(t_a + t_d)} \qquad .... (3.5)$$

இவ்வாறு, மூலக்கூறுகளின் இயக்கக் கோட்பாட்டின் (kinetic theory of molecules) அடிப்படையில் நகரும் வேக விகிதத்தைக் கணக்கிடலாம்.

சமன்பாட்டுக் கொள்கையின் (equilibrium concept) அடிப்படையிலும், R_f-ன் மதிப்பைப் பின்வருமாறு கண்டறியலாம்:

கரைபொருளின் மூலக்கூறுகளின் அடர்வு, நிலைப்படிவில், C_s எனவும், நகர்படிவில் C_m எனவும் கொள்வோம். மேலும் நிலைப்படிவின் பருமன் V_s எனவும், நகர்படிவின் பருமன் V_m எனவும் கொள்வோம். எனவே, நிலைப்படிவில் உள்ள கரைபொருளின் அளவு C_s V_s ஆகும்; இதேபோல், நகர்படிவில் உள்ள கரைபொருளின் அளவு C_m V_m ஆகும். நிற்க, மொத்தக் கரைபொருளில் $C_m V_m / (C_m V_m + C_s V_s)$ பகுதி மட்டுமே நகரும் படிவுடன் நகர்ந்து செல்கிறது. எனவே, நகர்ந்து செல்லும் கரைபொருள் மூலக்கூறுகளின் வேகம் (v_z):

$$v_z = \frac{C_m V_m}{(C_m V_m + C_s V_s)} \cdot v_m$$

$$\therefore \quad R_f = \frac{v_z}{v_m} = \frac{C_m V_m}{(C_m V_m + C_s V_s)} \qquad \text{.... (3.6)}$$

சமன்பாடு 3.6, நகர் வேக விகிதத்திற்கான மற்றொரு சமன்பாடாகும்.

[குறிப்பு: நிலைப்படிவு ஒரு திண்மப் பொருளாக இருப்பின், V_s என்பது திண்மப் பொருளின் பருமனைக் குறிப்பதற்குப் பதிலாக, அதன் மொத்த தளப்பரப்பைக் (surface area) குறிக்கும்.]

சமன்பாடு 3.6-ன் வலப்புறத்தை, மேலும் கீழும் C_m ஆல் வகுத்தால், சமன்பாடு 3.7 கிடைக்கும்.

$$R_f = \frac{V_m}{\left(V_m + \frac{C_s}{C_m} V_s\right)} \qquad \text{.... (3.7)}$$

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், C_s / C_m ஒரு மாறிலி. இதுவே, பகிர்வு எண் K (distribution coefficient) எனப்படுகிறது (சமன்பாடு 3.2 காண்க). எனவே,

$$R_f = \frac{V_m}{(V_m + KV_s)} \qquad \text{.... (3.8)}$$

சமன்பாடு 3.8, நகரும் வேக விகிதத்தை அறிய உதவும் மற்றொரு பயனுள்ள சமன்பாடாகும்.

3.3.2 பகிர்வு எண்

குவியங்களின் நகரும் வேகத்தைப் பாதிக்கும் பண்புகளில், பகிர்வு எண் (distribution coefficient), K மிக முக்கியமானது என்பதைச் சமன்பாடு 3.8 காட்டுகிறது. K-ன் மதிப்பு குறைவாக இருப்பின், நகரும் வேகவிகிதம் (R_f) அதிகரிக்கும்.

நகரும் வேக விகிதத்திற்கும் (R_f), குவிய வேகத்திற்கும் (v_z) இடையே உள்ள தொடர்பு பின்வருமாறு:

$$v_z = R_f \cdot v_m \qquad \ldots (3.9)$$

நகரும் வேக விகிதம் அதிகரிப்பின் குவியத்தின் நகரும் வேகமும் அதிகரிக்கும். K-ன் மதிப்புக் குறைய, குவியத்தின் வேகம் அதிகரிக்கும் (சமன்பாடு 3.8 காண்க). ஆகையால், K-ன் மதிப்பை மாற்றக்கூடிய பண்புகள், குவிய வேகத்தைப் பாதிக்கும். அப் பண்புகளைப்பற்றி அடுத்துக் காண்போம்.

(அ) வெப்பநிலை

வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் பகிர்வு எண்ணின் மதிப்பைப் பாதிக்கக்கூடும். ஒரு கரைபொருள், ஒரு திண்மத்தால் பரப்புக் கவர்ச்சி அடையும் போது, பொதுவாக வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. எனவே, மூலக்கூறுகள் நிலைப் படிவால் கவரப்படும்போது வெப்பம் வெளிப்படுகிறது (liberated) எனவும், நிலைப்படிவின் பரப்பிலிருந்து விடுபடும் போது வெப்பம் உட்கவரப்படுகிறது (absorbed) எனவும் கொள்ளலாம்.

லே ஷாட்லியர் (Le Chatelier) என்பவரின் கொள்கைப்படி, சமன்பாட்டு நிலையிலுள்ள ஓர் அமைப்புடன் (equilibrium system) வெப்பத்தைச் சேர்ப்பின், வெப்பம் உட்கவரப்படும் திசையில் அந்தச் சமன்பாட்டு நிலை மாற்றமடையும். எனவே, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது, நிலைப்படிவின் பரப்பில் கவரப்பட்டுள்ள மூலக்கூறுகள், வெப்பத்தை உட்கவர்ந்து கொண்டு, நிலைப்படிவிலிருந்து வெளிப்பட்டு, நகரும் படிவை வந்தடையும். இதனால், வெப்பநிலை உயரும் போது, நிலைப் படிவில் அதன் அடர்வு அதிகரிக்கும். எனவே, வெப்பநிலை உயர்வால், K-ன் மதிப்பு குறைந்து, குவியங்களின் நகரும் வேகம் அதிகரிக்கும்.

$$K = \frac{C_s}{C_m} \qquad \ldots (3.2)$$

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில், இரு வேறு கரை பொருள்கள் ஒரு நிறப்பகுப்புக் குழலில் மிக நெருக்கமாகக் குவிந்துவிட்டதாக வைத்துக்கொள்வோம். அவ் விரு வகை கரைபொருள்களின் மூலக்கூறுகளின் பரப்புக் கவர்ச்சி வெப்பம் (heat of adsorption) வேறுபட்டிருப்பின், வெப்பநிலையை உயர்த்துவதன்மூலம் அவற்றைத் தனித்துக் குவியங்களாகப் பகுத்துவிட முடியும்.

பகிர்வு எண்ணுக்கும், வெப்பநிலைக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பை, பின்வரும் வெப்ப இயக்கவியல் (thermodynamics) சமன்பாடுகள் தெளிவாக்குகின்றன :

$$K = e^{-\Delta F^\circ / RT} \quad .... (3.10)$$

$$\Delta F^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad ... (3.11)$$

$$\therefore \; K = e^{-\Delta H^\circ / RT} \cdot e^{\Delta S^\circ / R} \quad ... (3.12)$$

இந்தச் சமன்பாடுகளில், ΔF° விடுபடு ஆற்றலையும் (free energy), ΔH° என்பது வினை வெப்பத்தையும் (enthalpy or heat of reaction), ΔS° என்பது ஒழுங்கின்மையையும் (entropy) குறிக்கும்.

சமன்பாடு 3.10-ல் இருந்து பின்வரும் சமன்பாட்டினைப் பெறலாம்:

$$l_n K = -\frac{\Delta F^\circ}{RT} \quad .... (3.13)$$

சமன்பாடு 3.11-ல் உள்ள ΔF-ன் மதிப்பை, சமன்பாடு 3.13-ல் பிரதியிட,

$$l_n K = -\frac{\Delta H^\circ}{RT} + \frac{\Delta S^\circ}{R} \quad .... (3.14)$$

$$\text{அல்லது} \; l_n K = -\frac{A}{T} + B \quad .... (3.15)$$

இங்கு, $A = \Delta H^\circ/R$ = ஒரு மாறிலி ;

$B = \Delta S^\circ/R$ = ஒரு மாறிலி.

எனவே, $l_n K$ ஆனது, T-யுடன் எதிர் விகிதத்தில் (invesre proportion) உள்ளது. K-ன் மதிப்பு, $l_n K$-ன் மதிப்பைவிட

மிக விரைவாக மாற்றமடையும். எடுத்துக்காட்டாக, 2°C வெப்பநிலை அதிகரிப்பு பகிர்வு எண்ணின் மதிப்பைப் பாதியாகக் குறைத்துவிடக்கூடும்.

எனவே, வெப்பநிலையில் தகுந்த சிறிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்தினுல்கூட, குவியத்தின் நகரும் வேகத்தில் அது ஒரு பெரிய மாற்றத்தை உருவாக்கி, கலவையில் உள்ள பொருள்களைப் பகுத்தெடுக்கத் துணை செய்யும்.

(ஆ) அழுத்தம்

அழுத்தநிலையில் ஏற்படும் சாதாரணமான மாற்றங்கள் பகிர்வு எண்ணைப் பெரிதும் பாதிக்காது. ஆனுல், 1000 காற்றழுத்தங்களுக்கு (1000 atmospheres) மேல் அழுத்தநிலை மாறுபடும்போது, பகிர்வு எண் குறிப்பிடத்தக்க அளவு பாதிக்கப்படுவதாக அண்மைக்கால ஆய்வுகள் சுட்டிக்காட்டுகின்றன. எனவே, அழுத்தநிலை வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட நிறப்பகுப்பு முறை வருங்காலத்தில் வளர்ச்சி அடையக்கூடும்.

(இ) நிலைப்படிவு, நகரும் படிவுகளின் தன்மை

பகிர்வு எண்ணின் மதிப்பு, நிலைப்படிவு நகரும் படிவுகளின் இயற்பண்புகளையும், வேதிப்பண்புகளையும் பெரிதும் சார்ந்திருக்கும்.

மின்துருவ மூலக்கூறுகள் (polar molecules), மின்துருவக் கரைப்பான்களிலேயே (polar solvents) பெருமளவு கரையும் தன்மையுடையன. பரப்புக் கவர்ச்சியும் மூலக்கூறுகளின் மின்துருவத் தன்மையைச் சார்ந்தே அமைந்துள்ளது. வெவ்வேறு நிறப்பகுப்பு முறைகளில் பயன்படுத்தப்படும் நிலைப்படிவு, நகரும்படிவு ஆகியன, அவற்றின் பண்புகளைப் பொறுத்தே தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. இப் பண்புகளைப்பற்றி அந்தந்த நிறப்பகுப்பு முறையின்கீழ் விரிவாக ஆராயப்படும்.

(ஈ) கரை பொருளின் அடர்வு

மேலே சுட்டிக்காட்டப்பட்ட (அ) வெப்பநிலை (ஆ) அழுத்தம் (இ) நிலைப்படிவு, நகரும் படிவு ஆகியவற்றின் இயற், வேதிப் பண்புகள் ஆகியன, பகிர்வு எண்ணை ஒரே சீராக, கூட்டவோ அல்லது குறைக்கவோ செய்கின்றன.

ஆனால், கரைபொருளின் அடர்வு நிலைப்படிவின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஒவ்வொரு மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும். எனவே, கரைபொருளின் அடர்வானது பகிர்வு எண்ணைப் பாதிக்கக் கூடுமானால், கரைபொருளின் ஒரு பகுதி மிகுந்த வேகத்தோடும், மற்றொரு பகுதி குறைந்த வேகத்தோடும் நகரும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. இதனால், குவியங்கள் தனியாகப் பிரிந்து நகராமல், பரவி (spread), பிற குவியங்களுடன் இணைந்து விடக் கூடும்.

பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில் (adsorption chromatography), இதைப்போன்ற சூழல் உருவாகிறது. திண்மக் கவர் பொருள் (solid adsorbant) ஒன்றின் கவர்ச்சித் திறனானது, அதன் மேற்பரப்பைச் சார்ந்திருக்கும். கரைபொருளின் அளவு அதிகமாகும்போது, கவர்திறன்மிக்க தளப்பரப்புகள் (effective sites) குறைந்துவிடுகின்றன. எனவே, கரைபொருளின் அடர்வு அதிகமாகும்போது, நிலைப்படிவில் அதன் அடர்வு குறைந்து, நகரும் படிவில் அதன் அடர்வு அதிகரித்துவிடுகிறது. இதனால், பகிர்வு எண் குறைந்து, நகரும் வேகவிகிதமும், குவியம் நகரும் வேகமும் அதிகரிக்கின்றன.

இதன் விளைவால், மிகுதியாக உள்ள பகுதிகள் மேலும் வேகமாகவும், குறைந்துள்ள பகுதிகள் மெதுவாகவும் நகருகின்றன. இதனால், குவியங்கள் மெல்லப்பரவி, மற்றக் குவியங்களுடன் இணையக்கூடும் (overlap).

3.4 பகுதி II: குவியப்பரவலும், மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவலும்

பகிர்வு எண்கள் கரைபொருள்களின் பொருட்திணிவால் பாதிக்கப்பட்டு, அதன் விளைவாகக் குவியங்கள் எவ்வாறு பரவி விடுகின்றன என்று மேலே கண்டோம். பங்கீட்டு எண்கள் கரைபொருளின் பொருட்திணிவைச் சார்ந்திருக்கவில்லை என்றால் குவியங்கள் பரவாமல் நகர்ந்து சென்றுவிடுமா? குவியங்கள் பரவுவதற்கு இதைவிட அடிப்படையான வேறு சில காரணங்கள் உண்டு. அவை பின்வருவன:

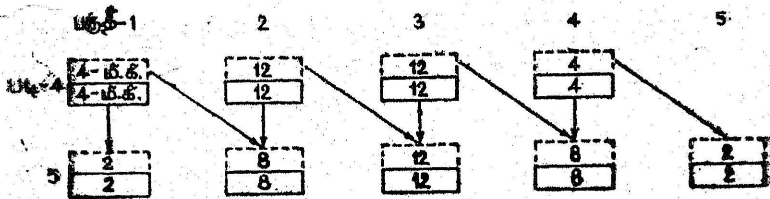
3.4.1 சமன்பாட்டு நிலையில்லாச் சூழல் (Local Non-equilibrium)

ஒரு நிலைப்படிவின்மீது ஒரு நகரும்படிவு நகரும்போது, நிலைப் படிவிற்கும், நகரும் படிவிற்கும் இடையே நிலையான சமன்பாட்டு நிலை இருக்காது; ஆனால், நிலைப்படிவினைப் பல பகுதிகளாகப் பகுத்துக் கொண்டால், நகரும் படிவு அந்த ஒவ்வொரு நிலைப்

படிவுப் பகுதியோடும் சமன்பாட்டு நிலையிலிருந்து, படிப்படியாகக் கீழிறங்கிச் செல்லும்—இதை முன்பு கண்டோம். (படம் 3.1, பகுதி 3.3 காண்க).

நகரும் படிவு, ஒரு நிலைப்படிவுப் பகுதியில் இருந்து அடுத்த நிலைப்படிவுப் பகுதிக்குச் செல்லும்போது, அந்தப் படிவில் பழைய சமன்பாட்டு நிலைக்குத் தேவையான அளவிற்குக் கூடுதலாகவோ அல்லது குறைவாகவோ கரைபொருள் நகரும் படிவுடன் வந்து சேர்கிறது. எனவே, பழைய சமன்பாட்டு நிலை மறைந்து விடுகிறது. நிலைப்படிவானது கரைபொருளை நகரும் படிவிலிருந்து எடுத்துக் கொண்டோ அல்லது நகரும் படிவிலிருந்து எடுத்துக் கொண்டோ அல்லது நகரும் படிவிற்கு விடுவித்தோ புதிய சமன்பாட்டு நிலையை உருவாக்குகிறது. நகரும்படிவு நகராமல் நின்றுவிட்டால், இந்த சமன்பாட்டு நிலை நீடிக்கக்கூடும். ஆனால், நகரும் படிவு தொடர்ந்து நகர்ந்து கொண்டே இருப்பதால் சமன்பாட்டு நிலை மீண்டும் குலைந்து விடுகிறது. இவ்வாறு, சமன்பாட்டு நிலையில்லாச் சூழலில்தான், கரைபொருள் பகுக்கப்படுகிறது.

படம் 3.1-ம், அதை ஒட்டிய எடுத்துக்காட்டும், இக் கருத்தை மேலும் தெளிவாக விளக்க உதவும். நிலைப்படிவின் 5 பகுதிகளிலும், 5 படிகளில் என்ன நடைபெறுகிறது என்பதைப் படம் 3.2 தெளிவாகக் காட்டுகிறது. அதன் இறுதி இருபடிகளை மீண்டும் கவனிப்போம் (படம் 3.8 காண்க).



படம் 3.8
இறுதிப் படிகளில் கரைபொருள் பகிர்வு அடையும் விதம்

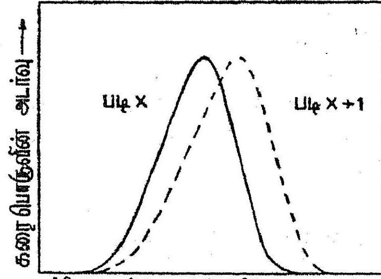
படி-4-லிருந்து படி-5-க்குச் செல்லும்போது ஏற்படும் மாற்றம் எவ்வாறு நடைபெறுகிறது என்பதைப் பார்ப்போம்.

பகுதி-4-லிருந்து, பகுதி-5-க்குச் செல்லும் நகரும் படிவு, பகுதி-5-ல் உள்ள கரைபொருளைவிட (0 மி.கி.) அதிக எடையுள்ள கரைபொருளை (4 மி.கி.) எடுத்துச் செல்கிறது. ஆனால்,

சமன்பாட்டு நிலையில், கரைபொருள் இரு படிவுகளுக்கிடையேயும் சமமாகப் பகிர்ந்திருக்க வேண்டும் (K = 1). எனவே, நிலைப் படிவானது, 2 மி.கி. கரைபொருளைக் கவர்ந்து கொள்வதன் மூலம் சமன்பாட்டுநிலையை உருவாக்குகிறது.

பகுதி 1-லிருந்து, பகுதி-2-க்குச் செல்லும் நகரும் படிவு, பகுதி 2-ல் இருக்கும் கரைபொருளின் எடையைவிடக் (12 மி.கி.) குறைவான எடையுடன் (4 மி.கி.) செல்கிறது. எனவே, பகுதி 2-ன் நிலைப்படிவு, 4 மி கி. கரைபொருளை விடுவித்து, புதிய சமன்பாட்டு நிலையை உருவாக்குகிறது.

இவ்வாறு, மையப் பகுதிக்கு (central region) முன்னர் நகரும் நகரும்படிவுகள், சமன்பாட்டு நிலைக்குத் தேவையானதைவிட அதிகக் கரைபொருளையும். மையப் பகுதிக்குப் பின்னர் நகரும் நகர்படிவுகள் சமன்பாட்டு நிலைக்குத் தேவையானதைவிடக் குறைவான கரைபொருளையும் எடுத்துச் செல்கின்றன. இதனால், கரைபொருள் குவியம் மெள்ள, மெள்ள நகர்கிறது. குவியம் நகரும்போது அடுத்தடுத்த இரு படிவுகளிலுள்ள கரைபொருளின் பரவலை (distribution) படம் 3.9 தெளிவாக்குகிறது.



படம் 3.9
அடுத்தடுத்த இருபடிகளில் கரைபொருளின் பகிர்வு

3.4.2 குவியப் பரவல்

இத்தகைய சமன்பாடற்ற நிலையானது (non-equilibrium state) குவியங்கள் பரவ எப்படிக் காரணமாகிறது என்பதை அறிவதே இப் பகுதியின் நோக்கமாகும்.

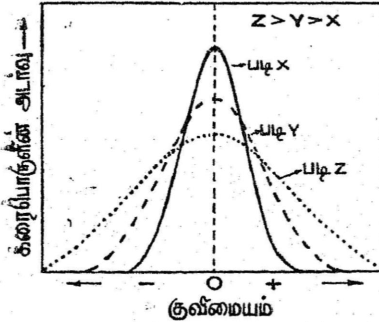
குவியத்தின் உச்சப் பகுதிக்கு முன்னே நகர்ந்து செல்லும் நகரும் படிவில், கரைபொருளின் அடர்வு, சமன்பாட்டு நிலைக்குத் தேவையானதைவிடச் சற்று அதிகமாக உள்ளது. எனவே,

$$R_f = \frac{1}{V_m + \frac{C_s}{C_m} \cdot V_s} \quad \cdots (3.7)$$

சமன்பாடு 3.7-ன்படி, இந்தப் பகுதியின் நகரும் வேக விகிதம் குவியத்தின் உச்சப்பகுதியின் (peak of the zone) நகரும் வேக

விகிதத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். எனவே, குவியத்தின் முன் பகுதி (front) குவியத்தின் உச்சப் பகுதியைவிடச் சற்று வேகமாக நகரும். மேலும், குவியத்தின் உச்சப் பகுதிக்குப் பின்வரும் பகுதியானது குவிய உச்சத்தைவிடச் சற்று மெதுவாக நகரும்.

இவ்வாறு குவிய உச்சத்தின் முன்பகுதி ஒரு புறமாகவும் அதன் பின்பகுதி மற்ெறாரு புறமாகவும் நீண்டு செல்வதால், குவியம் பரவலடைகிறது. அதன் அடிமட்ட அகலம் (width) அதிகமாகிறது (படம் 3.10 காண்க).



படம் 3.10
அதிகப் படிகளும், குவியப் பரவலும்.

சமன்பாடில்லா நிலையைப் பற்றி இதுவரை அறிந்த விளக்கங்களிலிருந்து பின் வரும் இரு முடிவுகளைப் பெறலாம் :

(1) நகரும் படிவின் வேகம் அதிகரிப்பின், புதிய சமன் பாட்டுநிலை உருவாகுமுன், நகர்படிவு நகர்ந்து சென்றுவிடும். இதனால், சமன்பாடில்லா நிலையும், குவியப் பரவலும் அதிகரிக்கும்.

(2) சமன்பாட்டுநிலை மீண்டும் ஏற்படத் தேவையான நேரம் குறைந்தால், சமன்பாடில்லா நிலையும், குவியப் பரவலும் குறையும்.

3.4.3 மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவல் (Molecular Diffusion)

மூலக்கூறுகளின் இயக்கநிலையும் குவியப்பரவலுக்கு மற்றொரு காரணமாக அமைகிறது. கரைபொருள் மூலக் கூறுகள், அடர்த்தி (concentration) அதிகமுள்ள இடத்தி லிருந்து அடர்த்தி குறைந்துள்ள இடத்தை நோக்கி நகரும் தன்மையுடையன. எனவே, குவியத்தின் அடர்வு மிகுந்த பகுதியிலிருந்து, அடர்வு குறைந்த பகுதியை நோக்கியும், அடர்வு குறைந்த பகுதியிலிருந்து கரைபொருளே இல்லாத பகுதியை நோக்கியும், கரைபொருளின் மூலக்கூறுகள் நகர்ந்து கொண்டே இருக்கும். இதன் விளைவாகவும், குவியம் பரவலடைகிறது.

3.4.4 சுழல் ஊடுருவல்கள்

இதுவும் மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தால் ஏற்படும் விளைவே. நிலைப்படிவு முழுமையும் ஒருபடித்தானதாக (homogeneous) அமையாமையே இதற்குக் காரணமாகிறது. நிறப்பகுப்பு முறையில் பயன்படுத்தப்படும் குழலில் அடைக்கப்பட்டுள்ள திண்மம் அல்லது வடிதாள் (filter paper) இவற்றில் சில பகுதிகள் கால்வாய் (channel) போல் அமைந்து, மூலக்கூறுகளை விரைவில் நகர வழி செய்யக்கூடும். நிலைப்படிவின் வேறுசில பகுதிகள், கரைபொருள் மூலக்கூறுகளைத் தம்முள் சிக்க வைத்துக் கொள்ளக்கூடும். இவ்வாறு, நிலைப்படிவின் உள் ளமைப்பால் (internal structure) ஏற்படும் ஊடுருவல்களுக்கு, சுழல் ஊடுருவல்கள் (eddy diffusin) என்று பெயர். இத்தகைய ஊடுருவல்களும், குவியத்தின் சில பகுதிகளை வேகமாகவும், வேறு சில பகுதிகளை மெதுவாகவும் நகரச் செய்து, குவியம் பரவலடையக் காரணமாய் அமைகின்றன.

பகுதி ஈ: குவியப்பரவல்; ஓர் இயக்கவியல் பார்வை (Zone Migration ; A Kinetic Approach)

குவியப் பரவலுக்கான அடிப்படைக்காரணங்களை முன் பகுதியில் கண்டோம். குவியங்கள் பரவாமல் எப்படித் தடுப்பது? நிறப்பகுபபு முறையின் வெற்றியே இதில் அடங்கி யுள்ளது.

குவியங்கள் பரவுதலைப் பாதிக்கும் அடிப்படைப் புண்புகளை, ஒரு சமன்பாட்டில் நம்மால் உள்ளடக்க முடிந்தால், அந்தச் சமன்பாட்டைக் கொண்டு, ஒவ்வொரு பண்பினையும் எவ்வாறு மாற்றி அமைத்தால் குவியப்பரவலைத் தடுக்கலாம் என்பதைத் தெளிவாக அறியலாம். அத்தகைய சமன்பாட்டை உருவாக்க, இயக்கவியலின் (Kinetic Theory) அடிப்படையில் மூலக்கூறுகளை உற்று நோக்குவோம்.

3.5.1 குறியற்ற நடைக்கொள்கை

குறியற்ற நடைக் கொள்கை (random walk model), மூலக் கூறுகளின் இயக்கத்தின் அடிப்படையில் குவியப்பரவலை விளக்கத் துணை செய்கிறது. குடித்து மயங்கிய நிலையில், எந்தவித குறிக்கோளுமின்றி, ஒரு நீண்ட சாலையில் நடக்கும் குடிகாரன் இந்தக் கொள்கைக்கு எடுத்துக்காட்டாக விளங்கு கிறான். அவன் எத்திசையில் நடப்பான் என்று அறுதியிட்டுக்

கூற முடியாது. ஆனால், அவனுடைய ஒவ்வோர் அடியின் நீளமும் ஏறத்தாழ ஒரே அளவாகவே இருக்கும்.

பல குடிகாரர்களைத் தெருவின் மையப் பகுதியிலிருந்து நடக்கவிட்டால், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நேரத்திற்குப்பின் தெருவின் முனைகளை அடைந்தவர்கள், மிகச் சிலராகவும், தெருவின் மையப் பகுதியிலேயே சுற்றிக்கொண்டு இருப்பவர்கள் பலராகவும் இருப்பதைக் காணலாம். இவர்களின் பகிர்வு (distribution) ஒரு காஸியன் வரைபடத்தைப்போன்றே அமைந்திருக்கும். நேரம் செல்லச் செல்ல, தெருவின் மையத்திலிருந்து அதிகம் விலகிச் செல்பவர்களின் தொகை பெருகிக் கொண்டே போகும். அவர்களின் பகிர்வும், படம் 3.10-ல் காட்டியுள்ளதைப்போல் பரவலாகிக்கொண்டே போகும்.

இதே போல் 'குறியற்ற நடையில்' மூலக்கூறுகளும் ஈடு படக்கூடும். ஒரு மூலக்கூறு நகரும் படிவில் இருக்கும்போது, குவியத்துடன் அதுவும் நகர்கிறது. நிலைப்படிவில் நின்று விடும்போது, குவியம் அந்த மூலக்கூறினை விட்டுவிட்டுப் போய்விடுகிறது. குவியத்தின் உச்சத்தைப் பொறுத்தவரை, நிலைப்படிவில் நின்றுவிடும் மூலக்கூறு எதிர்த்திசையில் நகர்வதாகக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு பரவலடையும் மூலக்கூறுகள், குவிய மையத்தைப் பொறுத்தவரை, குவியம் நகரும் திசையிலும் அதன் எதிர்த் திசையிலும் குறியற்ற நடையில் ஈடுபட்டிருப்பதாகக்கொள்ளலாம். மூலக்கூறுகள் எந்தத் திசையில் நகர்ந்தாலும், அவை நகரும் தூரம் ஒவ்வொரு முறையும், ஏறத்தாழ ஒரே அளவாகத்தான் அமையும். இந்த மாறாத நடைத்தூரமும் (constant path length), வரையறை எதுவுமின்றி மாறிக் கொண்டேயிருக்கும் திசையும்தான், 'குறியற்ற நடை' கொள்கையின் அடிப்படையாகும்.

குவியப்பரவலின் அளவை, சமச்சீர் விலக்கம் (σ, standard deviation) என்ற அளவால் மதிப்பிடலாம். இந்தச் சமச்சீர் விலக்கமானது, குவியத்தின் காசியன் வரைபடத்தின் அகலத்தில் நான்கில் ஒரு பங்கு இருக்கும்.

குறியற்ற நடைக்கொள்கையின் அடிப்படையில், சமச்சீர் விலக்கத்திற்கும் (σ), மூலக்கூறுகளின் நடைத் தூரத்திற்கும் (l), மூலக்கூறுகள் இயங்கிய படிகளின் எண்ணிக்கைக்கும் (n, number of steps) உள்ள தொடர்பு பின்வருமாறு :

$$\sigma = l\sqrt{n} \quad \text{.... (3.16)}$$

ஒரு முறைக்கு 4 மி.மீ. (மில்லி மீட்டர்) விதம், நான்கு முறை ஒரு மூலக்கூறு நகர்ந்து செல்வதாகக்கொள்வோம். சமன்பாடு 3.16-ன் படி,

$$\sigma = 4 \times \sqrt{4} = 8 \text{ மி.மீ.}$$

8 மி.மீ. தொலைவுதான் அந்த மூலக்கூறு குவியத்தைவிட்டு விலகியிருக்கும்.

பல்வேறு 'குறியற்ற நடை' இயக்கங்கள் ஒரே நேரத்தில் நடைபெற்றுக்கொண்டிருந்தால், அவற்றின் தனித்தனிச் சீமச்சீர் விலக்கங்களுக்கும் (σ_i), பொதுவான சமச்சீர் விலக்கத்திற்கும் (σ) உள்ள தொடர்பு பின்வருவதாகும்:

$$\sigma^2 = \Sigma_i \, \sigma_i^2 \qquad \text{.... (3.17)}$$

3.5.2 குவிபப் பரவலுக்கான சமச்சீர் விலக்கங்கள்

சமன்பாடில்லா நிலை, ஊடுருவல், சுழல் ஊடுருவல் ஆகிய மூன்று வகைகளில் மூலக்கூறுகள் பரவலடைகின்றன என முன்பு அறிந்தோம். இந்த பரவல்களின் சமச்சீர் விலக்கங்கள், முறையே, σ_L, σ_D, σ_E எனக் கொண்டால், பரவலடைதலின் மொத்த சமச்சீர் விலக்கத்தை (σ), பின்வரும் சமன்பாட்டினைக் கொண்டு கணக்கிடலாம்.

$$\sigma^2 = \sigma_L^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2 \qquad \text{... (3.18)}$$

இனி, மூலக்கூறுகளின் பண்புகளை ஒவ்வொரு பரவல் முறையுடனும் தொடர்புபடுத்தும் சமன்பாடுகளைத் தனித்தனியே கணக்கிட முனைவோம்.

(அ) சமன்பாட்டு நிலையில்லாச் சூழல்: பகுதி 3.3.1-ல் கூறிய படி, t_d என்பது நிலைப்படிவிலிருந்து, ஒரு மூலக்கூறு விடுபடுவதற்கு ஆகும் நேரமாகும். t_a என்பது ஒரு மூலக்கூறு நிலைப் படிவால் கவரப்படுவதற்கு ஆகும் நேரமாகும். நகரும் படிவின் வேகத்துடன் (v_m) நகர்கிறது. குவிய வேகம் v_z

$$v_z = R_f \cdot v_m \qquad \text{.... (3.9)}$$

எப்பொழுதும் v_m ஐ விடக் குறைவாகவே இருக்கும். ஏனெனில்,

$$R_f < 1$$

நிலைப்படிவில் நிற்கும்போது, மூலக்கூறின் வேகம் (o), குவிய வேகத்தைவிடக் குறைவாகும். எனவே, குவியத்தைப் பொறுத்தவரை, மூலக்கூறு முன்னும் பின்னுமாக முறையற்ற நடையில் ஈடுபட்டிருக்கிறது எனலாம். இதைப் பற்றி முந்தைய பகுதியில் தெளிவாக விளக்கப்பட்டது.

சமன்பாட்டு நிலையில்லாச் சூழலால் ஏற்படும் சமச்சீர் விலக்கத்தை அறிய, மொத்தப் படிகளின் எண்ணிக்கையும் (n), ஒவ்வோர் இயக்கத்தின் நடை தூரமும் (l) தெரிய வேண்டும். நிலைப்படிவு, நகரும்படிவுகளுக்கிடையே மூலக்கூறுகள் n முறை மாறிச்சென்று இருக்குமானால், அதுவே படிகளின் எண்ணிக்கையும் ஆகும். மூலக்கூறு ஒருமுறை கவரப்பட்டிருந்தால் (sorption), ஒருமுறை அது விலக்கவும் (desorbed) பெற்றிருக்கவேண்டும். எனவே, n என்பது கவர்ச்சி விலக்கத்தின் (desorption) மொத்த எண்ணிக்கையில் இரு பங்காகும். குவியத்தின் வேகம், $R_f v_m$ (சமன்பாடு 3.9). எனவே, L தூரம் நகர அது எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் $L/R_f v_m$ ஆகும். எனவே,

$$\text{குவிய வேகம்} = R_f v_m = \frac{\text{நகரும் தூரம் (L)}}{\text{நேரம்}} \quad \text{.... (3.19)}$$

$$\therefore \quad \text{குவியம் நகரும் நேரம்} = \frac{L}{R_f . v_m} \quad \text{.... (3.20)}$$

இந்த மொத்த நேரத்தில், R_f பங்கு நேரத்தை நகரும் படிவிலும், $(1-R_f)$ பங்கு நேரத்தை நிலைப்படிவிலும் மூலக்கூறு செலவிடுகிறது. எனவே, மூலக்கூறு நிலைப்படிவில் செலவிடும் நேரம், T_d :

$$T_d = \frac{(1-R_f)\, L}{R_f . v_m}$$

ஒருமுறை நிலைப்படிவிலிருந்து விடுபடுவதற்கு மூலக்கூறு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் t_d. எனவே,

$$\text{மொத்த கவர்ச்சி விலக்கங்கள்} = \frac{T_d}{t_d}$$

$$= \frac{(1 - R_f)L}{R_f . v_m . t_d} \quad \text{.... (3.23)}$$

n என்பது, மொத்த கவர்ச்சி விலக்கங்களின் இரு மடங்கு என முன்பே கண்டோம். எனவே,

$$n = 2\,(1 - R_f)\, L/R_f . v_m . t_d \quad \text{.... (3.23)}$$

ஒவ்வோர் இயக்கத்தின் நடைத்தூரத்தையும் (l) பின்வருமாறு கணக்கிடலாம். நிலைப்படிவிலிருக்கும் மூலக்கூறு குவிய மையத்தைப் பொறுத்தவரை, பின்னோக்கி நகர்கிறது. இவ்வாறு நகரும் நீளம் என்ன ? இங்கே, மூலக்கூறின் வேகம் பூஜ்யம் (o) என்பதால், மூலக்கூறு விடுபட ஆகும் t_d நேரத்தில் குவியம்

நகரும் தூரமே நடைத்தூரமாகும். குவிய வேகம் = $R_f.v_m$. அது t_d நொடிகளில் செல்லும் தூரம் = $R_f.v_m.t_d$. இதுவே, நிலைப்படிவில் உள்ள மூலக்கூறு பின்னேக்கி நகரும் தூரமாகும். நகர்படிவில் உள்ள மூலக்கூறு, குவிய மையத்தைப் பொறுத்த வரை, முன்னேக்கி நகரும் தூரமும் இதுவேயாகும். எனவே,

$$l = R_f.v_m.t_d \qquad \text{.... (3.24)}$$

$$\sigma_L = l\sqrt{n}$$

$$\therefore \quad \sigma_L = R_f.v_m.t_d \left[\frac{2(1 - R_f)L}{R_f.v_m.t_d}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_L^2 = 2\,R_f\,(1 - R_f)\,v_m.L.t_d \qquad \text{.... (3.25)}$$

சமன்பாடு 3.25-ல் இருந்து அறியும் உண்மைகள் :

(1) நகரும் படிவின் வேகம் கூடினல், சமச்சீர் விலக்கம் கூடும். எனவே, குவியத்தின் பரவல் அதிகமாகும்.

(2) நகரும் படிவிற்கும், நிலைப்படிவிற்கும் இடையே மூலக்கூறு மாற ஆகும் நேரம் (t_d) குறைந்தால், σ_L குறையும். எனவே, குவியப்பரவலும் குறையும் இவ்விரு முடிவுகளும் முன்பே பகுதி 3.4.2-ல் சுட்டிக் காட்டப்பட்டுள்ளது நினைவிருக்கலாம்.

(ஆ) மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவல்: மூலக்கூறுகளின் நகரும் படிவில் ஊடுருவதால் ஏற்படும் சமச்சீர் விலக்கத்தைப் பின்வரு மாறு கண்டறியலாம் :

மூலக்கூறு நகர்படிவில் இருக்கும் நேரம் t என்றும், அம் மூலக்கூறின் நகரும் படிவின் ஊடுருவல் எண் (diffusion coefficient), D என்றும் கொண்டால் சமச்சீர் விலக்கம் பின் வரும் ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டால் (3.26) தரப்படுகிறது.

$$\sigma_D^2 = 2\,Dt \qquad \text{... (3.26)}$$

மூலக்கூறு நகர்ந்து செல்லும் தூரம் L என்றும், நகர்படிவின் வேகம் v_m என்றும் கொண்டால்,

$$v_m = \frac{L}{t} \qquad \text{.... (3.27)}$$

$$\therefore \quad t = \frac{L}{v_m} \qquad \text{... (3.28)}$$

t-ன் இந்த மதிப்பை, 3.26–ல் பிரதியிட,

$$\sigma_D^2 = \frac{2DL}{v_m} \qquad \text{.... (3.29)}$$

(இ) சுழல் ஊடுருவல்கள் : நிலைப்படிவில் ஒழுங்கற்ற இடைவெளிகளால் சுழல் ஊடுருவல்கள் (eddy diffusions) உருவாகின்றன என்பதை முன்பு கண்டோம். இந்த இடைவெளிகளின் நீளமே மூலக்கூறுகளின் நடைத்தூரம் (l) ஆகும் பொதுவாக, இடைவெளியின் நீளம், நிலைப்படிவில் உள்ள துகள்களின் குறுக்களவிற்கு (d_p) சமமாக இருக்கும். மொத்த நீளம் L என்றால் இத்தகைய படிகளின் எண்ணிக்கை (n):

$$n = \frac{L}{d_p}$$

எனவே, சமச்சீர் விலக்கம் σ_E-ன் மதிப்பை, பின்வருமாறு கணிக்கலாம் :

$$\sigma_E = l \times \sqrt{n} \qquad \text{... (3·16)}$$

$$\sigma_E = d_p \sqrt{\frac{L}{d_p}} = \sqrt{Ld_p}$$

$$\therefore \quad \sigma_E^2 = Ld_p \qquad \text{.... (3 30)}$$

3.5.3 மொத்தச் சமச்சீர் விலக்கமும் தகட்டுபரமும்

குவியப் பரவலுக்கான தனித்தனிச் சமச்சீர் விலக்கங்களைச் சமன்பாடுகள் (3.25), (3.29), (3.30) சுட்டிக்காட்டுகின்றன. மொத்த சமச்சீர் விலக்கத்தை இவற்றிலிருந்து, சமன்பாடு 3.18-ஐப் பயன்படுத்தி அறியலாம்.

$$\sigma^2 = \sigma_L^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2 \qquad \text{.... (3.18)}$$

$$\sigma^2 = L \left[2R_f\,(1 - R_f)\,v_m\,t_d + \frac{2D}{v_m} + d_p \right] \qquad \text{... (3.31)}$$

குவியப்பரவலின் அளவீடாக, சமச்சீர் விலக்கத்துடன் கோட்பாட்டுத் தகட்டின் (theoertical plate) உயரத்தையும் பயன்படுத்தலாம். கோட்பாட்டு தகட்டின் உயரமும் (H), சமச்சீர் விலக்கமும், பின்வரும் வகையில் தொடர்பு கொண்டுள்ளன :

$$H = \frac{\sigma^2}{L} \qquad \text{.... (3.32)}$$

σ^2-ன் மதிப்பை 3.31-ல் இருந்து பிரதியிட, பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது :

$$H = 2\,R_f\,(1 - R_f)\,v_m\,t_d + \frac{2D}{v_m} + d_p \qquad (3.33)$$

குழல் நிறப்பகுப்பு முறையில், குவியங்கள் பிரிந்து நிற்கும் தூரங்களைவிட, ஒரு குவியத்தைத் தனியே பிரித்தெடுக்கத்

தேவைப்படும் காலம் மிகவும் முக்கியமானது. எனவே, இம்முறையில் சமச்சீர் விலக்கத்தை (σ), சமச்சீர் விலக்க நேரத்தை (standard deviation in time, r) அறிவது மிக்க பயனுடையதாகும். வெவ்வேறு தொலைவுகளில் நகரும் கரைபொருளின் அடர்வு காசியன் வரைபடமாக (Gaussian curve) அமைவதுபோல, வெவ்வேறு நேரங்களில் பகுக்கப்பட்டு வந்து சேரும் கரைபொருளின் அடர்வும், ஒரு காசியன் வரைபட வடிவிலேயே பிரிந்து நிற்கும். சமச்சீர் விலக்க நேரம் இந்த வரைபடத்துடன் தொடர்புடையதாகும்.

சமச்சீர் விலக்கத்திற்கும் (σ), சமச்சீர் விலக்க நேரத்திற்கும் (r) உள்ள தொடர்பை அறிவோம்.

$$r = \frac{\sigma}{\text{குவிய வேகம்}} = \frac{\sigma}{v_z} = \frac{\sigma}{R_f\ v_m}$$

$$\therefore \quad r^2 = \frac{\sigma^2}{R_f^2\ v_m^2} \qquad \text{.... (3.34)}$$

σ^2-ன் மதிப்பை 3.31-ல் இருந்து பிரதியிட,

$$r^2 = \frac{L}{R^2\ v_m^2}\left[2R_f\ (1 - R_f)\ v_m\ t_d + \frac{2D}{v_m} + d_p\right] \qquad \text{.... (3.35)}$$

சமன்பாடு 3.33 குவியப் பரவலுக்கான எல்லாக் காரணங்களையும் முழுமையாகத் தொகுத்துவிட்டதாகக் கூறமுடியாது. குறிப்பாக:

(1) நகரும் படிவில் கரைபொருள்கள் முழுமையான சமன்பாட்டு நிலையில் இருப்பதில்லை. இதை 3.33 விளக்கவில்லை.

(2) சமன்பாடில்லா நிலையும், சுழல் ஊடுருவலும் இணைந்து செயல்படுவதால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் சமன்பாடு 3.33 ஆராயவில்லை.

(3) பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு முறையில், கரைபொருளின் அடர்வு அதிகரிக்கும்போது, அவற்றை நிலைப்படிவு கவரும் திறன் குறைந்துகொண்டே வருவதால், குவியம் பரவி வரும் என்று கண்டோம். இந்த விளைவையும் சமன்பாடு 3.33 விளக்க முற்படவில்லை.

மேற்கண்ட விளைவுகளை, தகட்டின் உயரத்தைக் (H) கொண்டு விளக்கும் வகையில் புதிய சமன்பாடுகள் உருவாக்கப்

பட்டுள்ளன. ஆனால், விரிவஞ்சியும், அத்தகைய சமன்பாடு களின் கணித விரிவு (mathematical complexity) கருதியும், இங்கு அவை ஆராயப்படவில்லை.

3.5.4 குவியப் பரவலைக் குறைக்கும் வழிகள்

கோட்பாட்டுத் தகட்டின் உயரம் தொடர்பான சமன்பாடு (3.33), குவியப் பரவலைத் தடுப்பதற்கான பல வழிகளை நமக்குச் சுட்டிக் காட்டுகிறது. அவற்றை இனிக் காண்போம்.

(அ) நகரும் படிவின் வேகம்: H-ன் மதிப்பு எவ்வளவு குறைவாக இருக்கிறதோ அந்த அளவு குவியப்பரவல் குறைவாக இருக்கும். நகரும் படிவின் வேகம் (v_m), சமன்பாடு 3.33-ல், முதலில் பகுதியிலும் (numerator), அடுத்து விகுதியிலும் (denominator) வருவதால், v_m மிக அதிகமாக இருந்தாலும் அல்லது மிகக் குறைவாக இருந்தாலும் H-ன் மதிப்பு கூடிவிடும். எனவே, H-ன் மதிப்பு மிகக் குறைவாக இருக்கும் வகையில், v_m-ன் மதிப்பு அமைய வேண்டும். v_m-ன் தகுந்த மதிப்பை (optimum value) பின்வருமாறு கணக்கிடலாம். H-ன் மதிப்பு மிகக் குறைவாய் (minimum) இருக்கும்போது:

$$\frac{dH}{dv_m} = 0 \qquad \text{.... (3.36)}$$

$$\therefore \quad 2\,R_f(1 - R_f)\,t_d - \frac{2D}{v_m^2} = 0 \qquad \text{.... (3.37)}$$

$$\therefore \quad v_m^2 = \frac{D}{R_f\,(1-R_f)t_d} \qquad \text{.... (3.38)}$$

$$\therefore \quad v_m = \left[\frac{D}{R_f\,(1 - R_f)t_d}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad \text{... (3.39)}$$

இவ்வாறு, நகரும் படிவின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தி, நிறப்பகுப்பு முறையில் குவியப் பரவலைத் தடுக்கலாம். இந்த உண்மையானது முன்பே கோட்பாடு வாயிலாகச் சுட்டிக் காட்டப்பட்டது. ஆனால், அண்மைக் காலத்தில்தான் இது செய்முறையில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது.

(ஆ) மூலக்கூறுகளின் குறுக்களவு: கவர் பொருளில் உள்ள துகள்களின் (sorbent particles) குறுக்களவு (d_p) அதிகமானால், தட்டின் உயரமும் (H) கூடும் என்பதைச் சமன்பாடு 3.33 சுட்டிக் காட்டுகிறது. கவர் பொருளில் உள்ள துகள்களின் குறுக்களவு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குறையும் வரை, இந்தச்

சமன்பாடு காட்டுவது போலவே குவியப்பரவல் குறைகிறது. ஆனால், துகள்களின் குறுக்களவு மிகவும் குறைந்துவிட்டால், அவற்றுக் கிடையேயுள்ள இடைவெளி மிகக் குறைந்து, நகரும் படிவின் நகரும் வேகமும் குறைந்துவிடும். மேலும், நிலைப் படிவின் சில பகுதிகளில் துகள்கள் திரண்டுகொண்டு, மற்ற சில பகுதிகளில் நீண்ட குழல் போன்ற இடைவெளிகளை உருவாக்கும். இதனால், சுழல் ஊடுருவல் காரணமாக உண்டாகும் குவியப் பரவல் மிகுதியாகிவிடும்.

சுழல் ஊடுருவலால் உருவாகும் சமச்சீர் விலக்கத்தைக் (σ_B) கணக்கிடும் சமன்பாடு, தோராயமானது (approximate). எனவே, சமன்பாடு 3.33 ஏன் d_p-ன் மதிப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவைவிடக் குறையக்கூடாது என்பதை விளக்க முடியவில்லை.

(இ) படிவு மாற்ற வேகம்: கரைபொருள்களின் மூலக் கூறுகள் நிலைப்படிவிலிருந்து விடுபடும் நேரம் (t_d) குறைந்தால், படிவுமாற்ற வேகம் (rate of phase transfer) கூடும். t_d குறைந்தால், தகட்டின் உயரமும் (H) குறையும் என்பதைச் சமன்பாடு 3.33 காட்டுகிறது. எனவே, வெவ்வேறு படிவுகளுக்கிடையில், ஒரு மூலக்கூறின் படிவு மாற்ற வேகம் அதிகமாகும்போது, தகட்டின் உயரம் குறையும்; அதனால், குவியப்பரவலும் குறையும்.

(ஈ) மறைமுக மாறிகள்: இதுவரை விளக்கியதைப் போன்றே, நகரும் வேக விகிதம் (R_f), நகரும் படிவின் நகரும் வேகம் (v_m), நகரும் படிவின் ஊடுருவல் எண் (D) ஆகியன தட்டின் உயரத்தைக் குறைத்து, குவியப் பரவலைத் தடுக்க எவ்வாறு பயன்படக்கூடும் என்பதை, சமன்பாடு 3.33ஐ நுண்மையாக ஆராய்ந்து உணரலாம். D, v_m, t_d முதலியன, தட்டின் உயரத்தை நேரடியாகப் பாதிக்கும் மாறிகள் (variables) எனலாம். ஆனால், சமன்பாடு 3.33-ல் உள்ள மாறிகளைப் பாதிப்பதன்மூலம், தகட்டின் உயரத்தை மறை முகமாகப் பாதிக்கும் மாறிகளும் உண்டு. இவற்றை மறை முக மாறிகள் (hidden variables) எனலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, வெப்பநிலையை எடுத்துக் கொள்வோம். வெப்பநிலை உயர்வதால், பகிர்வு எண் குறையும் என்றும் முன்னர்க் கண்டோம். வெப்பநிலை உயர்வால், மூலக்கூறுகள் நிலைப்படிவிலிருந்து விடுபடத் தேவைப்படும் நேரம் (t_d) குறையும் என்றும் கண்டோம். நகரும் பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள்

வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது, வேகமாக ஊடுருவல் கோவையின் மதிப்பு (D) மிகுகிறது. எனவே, வெப்பநிலை யானது R_f, t_d, D ஆகியவற்றைத் தனிதனியே பாதிப்பதன் மூலம் தகட்டின் உயரத்தைப் பாதிக்கும் ஒரு மறைமுக மாறியாகும்.

(உ) ஊடுருவலும், பரப்புக் கவர்ச்சியும்: தட்டின் உயரத்தைக் கணக்கிட உதவும் சமன்பாடு 3.33-ல் படிவு மாற்ற வேகம், நிலைப்படிவிலிருந்து கரைபொருளின் மூலக்கூறுகள் நகரும் படிவிற்கு விடுபட்டு வர ஆகும் நேரத்துடன் (t_d) தொடர்பு படுத்தப்பட்டுள்ளது. பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப் பகுப்பு முறையில் கரைபொருளின் மூலக்கூறுகள் நிலைப்படிவி லிருந்து விடுபட ஆகும் நேரம் t_d என்று கொள்ளப்பட்டது. ஆனால். தாள் நிறப்பகுப்பு, அயனி-பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு, வாயு-நீர்ம நிறப்பகுப்பு போன்ற முறைகளில், நிலைப்படிவும் ஒரு நீர்மமாகவே இருக்கும். இங்கு, t_d என்பது கரைபொருளின் மூலக்கூறுகள் நிலைபடிவை ஊடுருவிச் செல்ல ஆகும் நேரம் எனக் கொள்ளவேண்டும். இந்த நேரம், நிலைப் படிவின் சமச்சீர் விலக்கத்தூரம் (σ_D), நிலைப்படிவின் ஊடுருவல் எண் (D_s) ஆகியவற்றுடன் பின்வரும் ஐன்ஸ்டீன் சமன்பாட்டின் வழி யாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளது:

$$\sigma_D^2 = 2\, D_s . t_d \qquad \text{.... (3.40)}$$

$$\therefore\; t_d = \sigma_D^2 / 2D_s \qquad \text{.... (3.41)}$$

இங்கு, சமச்சீர் விலக்கத்தூரம் நிலைப்படிவின் தடிப்பிற்கு (d_s) சமம் எனக் கொண்டால்,

$$t_d = d_s^2 / 2D_s \qquad \text{.... (3.42)}$$

இந்த t_d-ன் மதிப்பை, சமன்பாடு 3.33-ல் பிரதியிட,

$$H = \frac{R_f(1 - R_f)\, v_m\, d_s^2}{D_s} + \frac{2D}{v_m} + d_p \qquad \text{.... (3.43)}$$

சமன்பாடு 3.43 கிடைக்கிறது. இச் சமன்பாடு, பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு முறையில் (partition chromatography) தட்டின் உயரத்தைக் கணக்கிடவும், கட்டுப்படுத்தவும் பயன்படுகிறது.

பகுதி உ: கலவைகளைப் பிரித்தெடுத்தல்

நிறப்பகுப்பு முறையில் குவியங்கள் எவ்வாறு, எந்த வேகத்தில் நகர்கின்றன என்பதை முன் பகுதிகளில் ஆராய்ந் தோம். குவியங்கள் வேகமாக நகரவேண்டியது நிறப்பகுப்பு முறைகளுக்கு இன்றியமையாத ஒரு நிபந்தனையாகும்.

நிறப்பகுப்பு முறையில் குவியங்கள் எவ்வாறு பரவி, ஒன்றுடன் ஒன்றுகக் கலந்துவிடுகின்றன என்பதையும் முன்பு ஆராய்ந்தோம். குவியங்கள் பரவாமல் தடுப்பது, நிறப்பகுப்பு முறையின் வெற்றிக்கு இன்றியமையாத மற்றொரு பண்பாகும்

குவியத்தின் நகரும் வேகம் தொடர்பாகச் சில பயனுள்ள சமன்பாடுகள் (3.5, 3 8, 3.9) சுட்டிக்காட்டப்பட்டன. ஒரு குவியம் L தூரம் நகர்ந்தால், அது தனியாகப் பிரிந்துவிடும் எனக் கொண்டால், குவியம் பிரிய ஆகும் காலம்:

$$t_z = L/R_f\, v_m \qquad \text{.... (3.20)}$$

இந்தக் காலம் குறைவானுல், குவியம் வேகமாக நகரும்.

குவியப் பரவலால் விளையும் சமச்சீர் விலக்க நேரம் (r) சமன்பாடு 3.35-ல் வரையறுக்கப்பட்டது. சமச்சீர் விலக்க நேரம் குறையக் குறைய, குவியங்கள் சிறப்பாகப் பகுக்கப்படும்.

ஒரு கலவையிலுள்ள பொருள்கள் பிரிக்கப்படும் திறன், குவியம் பிரிய ஆகும் நேரத்தையும் (t_z), குவிய மையம் பிரிந்து பரவ ஆகும் நேரத்தையும் (r) சார்ந்ததாகும்.

பிரிதிறன் (resolution factor, R_s) என்பது கலவையின் பிரிதிறத்தைக் கணக்கிட உதவும் ஓர் எண்ணுகும். இரு வகை மூலக்கூறுகள் உள்ள ஒரு கலவையை எடுத்துக் கொள்வோம். இவற்றின் குவியங்கள் பிரிய தேவைப்படும் நேரம் t_1, t_2 ஆக இருக்கட்டும். t_1, t_2 இவற்றுக்கிடையே வேறுபாடு அதிகமாக ஆக, பிரிதிறன் அதிகரிக்கும்:

$$R_s \propto t_2 - t_1 \qquad \text{.... (3.44)}$$

இவ்விரு வகை மூலக்கூறுகளின் சமச்சீர் விலக்கங்களின் நேரங்கள் r_1, r_2 எனக் கொள்வோம். இவற்றின் தனி மதிப்போ அல்லது கூட்டு மதிப்போ அதிகமானுல், கலவையின் பிரிதிறன் குறையும்.

$$R_s \propto \frac{1}{r_1 + r_2} \qquad \text{.... (3.45)}$$

சமன்பாடுகள் 3.44, 3.45 இரண்டையும் இணைக்க:

$$R_s = \frac{t_2 - t_1}{r_1 + r_2} \qquad \text{.... (3.46)}$$

ஒரு கலவைப் பொருள் எந்த அளவு பகுக்கப்படக்கூடும் என்பதை R_s-ன் மதிப்பு தெளிவாகச் சுட்டிக் காட்டும். கலவையிலுள்ள

இரு பொருள்கள் நன்கு பகுக்கப்பட வேண்டுமானால், R_s-ன் மதிப்பு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்டதாக ($R_s \geq 1$) இருக்க வேண்டும்.

சமன்பாடு 3.46 நிறப்பகுப்பு முறையின் கோட்பாடுகளின் சாரம் எனலாம். t_d, R_f, v_m முதலிய ஒவ்வொரு பண்பும் பிரிதிறனின் மதிப்பை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதைச் சமன்பாடு 3.46-ன் துணைக்கொண்டு ஆராயலாம்.

ஒவ்வொரு நிறப்பகுப்பு முறையிலும், அதன் பிரிதிறனைப் பாதிக்கும் பல பண்புகள் உள்ளன. எந்தெந்தப் பண்புகளுக்கு எந்தெந்த மதிப்பு இருந்தால், கலவைகள் நன்கு பகுக்கப்படும் என்பதை முழுமையாக ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறிதல் கடினமானதொரு பணியாகும். ஆனால், சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி, ஒவ்வொரு பண்பைப் பற்றியும் தனித்தனியே ஆராய்ந்து தகுந்த சூழ்நிலைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் எளிது. இதனால்தான் நிறப் பகுப்பு முறையின் கோட்பாடுகளில் இன்று விரிவான அக்கறை காட்டப்படுகிறது.

சில குறிப்பிட்ட பண்புகளையும், அவற்றின் தகுந்த மதிப்பைத் தேர்வு செய்யும் முறைபற்றியும் அடுத்துக் காண்போம்.

நகரும் படிவின் நகரும் வேகம் போன்ற சில பண்புகள், r-ன் மதிப்பை மட்டுமே பாதிக்கின்றன. இவ்வாறு r-ன் மதிப்பை மட்டுமோ, t-ன் மதிப்பை மட்டுமோ பாதிக்கும் பண்புகளைத் தனித்தனியே ஆராயலாம்.

ஆனால், வெப்பநிலை போன்ற சில பண்புகள் r-ன் மதிப்பையும், t-ன் மதிப்பையும் ஒருசேரப் பாதிக்கின்றன. இத்தகு பண்புகளை, பிரிதிறனுடன் நேரடியாகத் தொடர்பு படுத்துவது எளிதன்று. ஓர் எடுத்துக்காட்டினைக் காண்போம்.

பிரிதிறன் அதிக அளவு இருக்க வேண்டுமானால், நிறப் பகுப்புக் கலத்தின் நீளம் எவ்வாறு இருக்க வேண்டும்?

$$t_z = L/R_f\, v_m \quad \text{.... (3.20)}$$

$$\therefore\ t_z \propto L$$

$$r = \sigma/R_f\, v_m \quad \text{.... (3.34)}$$

$$\sigma \propto \sqrt{L} \quad \text{.... (3.30)}$$

$$\therefore\ r \propto \sqrt{L}$$

அடுத்து,

$$R_s = \frac{t_2 - t_1}{r_1 + r_2} \quad .... (3.46)$$

$$\therefore \quad R_s \propto \frac{\sqrt{L}}{L}$$

அல்லது, $R_s \propto \sqrt{L}$

$$\therefore \quad R_s^2 \propto L \quad .... (3.47)$$

எனவே, நிறப்பகுப்பு முறையில் குழாயின் நீளம் அதிகமானால், அந்த நீளத்தின் வர்க்க விகிதத்தில் பிரிதிறனின் மதிப்பு அதிகரிக்கிறது.

இம் முறைப்படி, பிரிதிறனின் வெப்பநிலைச் சார்பும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இக் கணக்கீடு, வெப்பநிலை குறையக் குறைய, பிரிதிறக் கோவையின் மதிப்பு கூடுவதாகக் காட்டுகின்றது.

கோட்பாடுகளின் உதவியுடன் கண்டறியப்பட்ட மேற்கண்ட உண்மைகள், ஆய்வுகள்மூலம் நிலைநாட்டப்பட்டுள்ளன.

இதேபோல், துகள்களின் குறுக்களவும், அழுத்தம், நகரும் படிவின் வேகம் முதலிய ஒவ்வொரு பண்பும் பிரிதிறனை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பது ஆராயப்பட்டுள்ளது.

பகுதி ஊ: கோட்பாடுகளின் பயன்கள்

முடிவாக, நிறப்பகுப்பு முறைகளின் கோட்பாடுகளின் பயன்களைத் தொகுத்துக் கூறலாம்:

(1) நிறப்பகுப்பு முறை எவ்வாறு நடைபெறுகிறது என்பதை அறிந்து கொள்ளலாம்.

(2) நிறப்பகுப்பு நன்கு நடைபெற, தகுந்த பண்புகளை விரைவில் தேர்ந்து கொள்ளலாம்.

(3) நிறப்பகுப்பு முறைகளை மிகவும் பயனுள்ள முறையில் மாற்றி அமைக்கலாம்.

(4) புதிய நிறப்பகுப்பு முறைகளைக் கண்டறியலாம்.

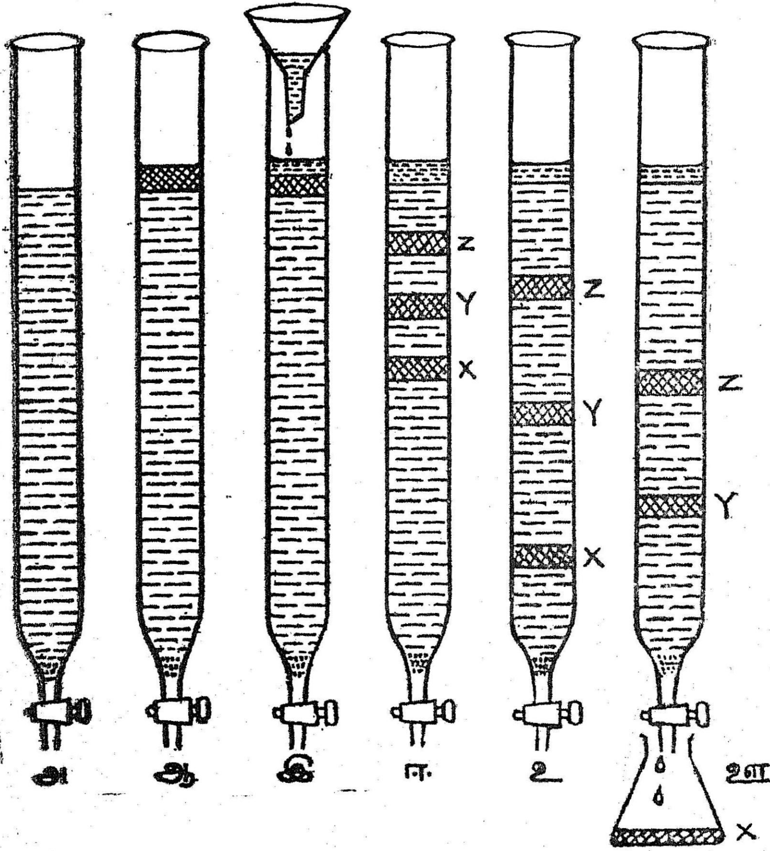
4. பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பு

வேதியியலில் பயன்படுத்தப்படும் முறைகளிலேயே மிகத் தொன்மையானது குழல் நிறப்பகுப்பு (column chromatography ஆகும். இம் முறை, பொருள்களைப் பெருமளவில் பகுக்கவும் (separation), தயாரிக்கவும் (preparation) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இத்தகைய பயனுள்ள குழல் நிறப்பகுப்பு முறையைப் பரப்புக் குழல் நிறப்பகுப்பு (adsorption column chromatography), பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு (partition column chromatography) என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில், ஒரு கண்ணாடிக் குழலில் திண்மப் பொருள் நிலைப் படிவாக நிறைத்து வைக்கப் படுகிறது (படம் 4.1, அ). பகுக்கப் படவேண்டிய கலவை, நிலைப் படிவின் உச்சியில் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது (படம் 4.1 ஆ). நகர்படிவான நீர்மப் பொருள், நிலைப்படிவின் உச்சியிலிருந்து ஊற்றப்படுகிறது (படம் 4.1, இ). மேலிருந்து கீழ்நோக்கி நகர் படிவு இறங்கி வரும்போது, கலவைப் பொருள் X, Y, Z போன்ற பல குவியங்களாகப் பிரிகிறது (படம் 4.1, ஈ). மேலிருந்து நகரும் படிவு தொடர்ந்து ஊற்றப்படும்போது குழலின் அடிப் பகுதி வரை குவியங்கள் தனித்தனியே பகுக்கப் படுகின்றன (படம் 4.1, உ). இவ்வாறு பகுக்கப்பட்ட குவியங்கள், குழலின் அடிப்பகுதியில் உள்ள திறப்பின் வழியாக வெளியேறுகின்றன. இக் குவியங்கள், வெவ்வேறு கலங்களில் தனித்தனி பகுதிகளாகச் சேகரிக்கப்படுகின்றன (படம் 4.1, ஊ).

பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு முறையிலும், ஒரு திண்மப் பொருள் குழலில் நிறைத்து வைக்கப் படுகின்றது. ஆனால், இத் திண்மம் நிலைப்படிவாகப் பயன்படுவதில்லை; மாறாக, இது நீர்மத்தைத் தாங்கும் திண்மத் தாங்கியாகப் (solid support) பயன்படுகிறது. இவ்வாறு, திண்மத்தாங்கியில் நீர்மப் படிவு நிலையாக வைக்கப்படுகிறது. இந்த நிலைப்படிவின்மீது, கலவைப் பொருளானது பங்கீட்டுக் குழல் முறையில் வைக்கப் பட்டதைப் போன்றே வைக்கப்படுகிறது. பின்னர், மேலிருந்து நகரும் படிவு ஊற்றப்படுகிறது. முன் போலவே கலவைப் பொருள் நிலைப்படிவிற்கும் நகரும் படிவிற்குமிடையே பங்கிடடை

இன்றன. மேலும் நகர்படிவை ஊற்றி, குவியங்களைத் தனித்-தனியாகப் பிரித்தெடுக்கலாம்.



படம் 4.1 பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பு

செயல் முறையைப் பொறுத்தவரை, மேலே விளக்கப்பட்ட இருவகை நிறப்பகுப்பு முறைகளும் ஒரே தன்மையுடையன ஆனால், இம் முறைகளில் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள் வேறு படுகின்றன. இந்த அத்தியாயத்தில், பரப்புக் கவர்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பு மட்டுமே விரிவாக ஆராயப்படும். அடுத்த அத்தியாயத்தில், பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு ஆராயப்படும்.

4.1 பரப்புக் கவர்ச்சி

4.1.1 பரப்புக் கவர்ச்சி விசைகள்

மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே இயங்கும் மூலக்கூற்றிடை இழு விசைகள் (intermolecular forces), அம் மூலக்கூறுகளை நீர்மப் படிவாகவோ அல்லது திண்மப்படிவாகவோ மாற்றிவிடுகின்றன. இதைப் போன்றே, மூலக்கூறுகளுக்கும் திண்மத்தின் பரப்பிற்கும் இடையிலான இழுவிசைகள், அம் மூலக்கூறுகளை திண்மத்தின் மேற்பரப்பில் பரப்புக் கவர்ச்சி அடையச் செய்கின்றன. பரப்புக் கவர்ச்சிக்கு அடிப்படையான இழுவிசைகள் பின்வருவனவாகும்:

(அ) **இலண்டன் விசைகள்** (London forces): இவை, மிகவும் வலிவற்றவை (weak forces). ஆனால், இத்தகு விசைகள், எல்லா வகையான மூலக்கூறுகளுக்கிடையிலும், தளப்பரப்புகளுக்கு இடையிலும் செயல்படுகின்றன.

(ஆ) **நிலை மின்விசைகள்** (Electrostatic forces): இவை, இலண்டன் விசைகளைவிடச் சற்று வலிவானவை. மின் துருவடைந்த (polar) அல்லது மின் துருவடையக் கூடிய (polarizable) மூலக்கூறுகளை, மின் துருவடைந்த திண்மப் பரப்புகள் (polar surfaces) கவரும்போது, இத்தகு இழுவிசைகள் செயல்படுகின்றன.

(இ) **எலக்ட்ரான்-மாற்ற விசைகள்** (Electron-transfer forces): எலக்ட்ரான் வழங்கிகளுக்கும் (electron donors), எலக்ட்ரான் வாங்கிகளுக்கும் (eloctron acceptors) இடையே, இத்தகு விசைகள் செயல்படுகின்றன.

(ஈ) **ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு விசைகள்** (Hydrogen bond): மின்கவர்ச்சி (Electro negativity) மிகுந்துள்ள இரு அணுக்களுக்கிடையே ஹைட்ரஜன் அணு இருக்கும் போது, இத்தகு பிணைப்பு விசைகள் செயல்படுகின்றன.

திண்மத்தின் தளப்பரப்பில், மூலக்கூறுகள் கவரப்படக் காரணமாக அமையும் மேற்குறிப்பிட்ட இழுவிசைகள், வலுக் குறைந்தனவாகும். இவை, பெரும்பாலும், ஒரு மோல் (mole) அளவிற்கு 10 கிலோ கலோரிகள் (kilo calories, k cals) இருக்கும். இத்தகு இழுவிசைகளை, இயல் விசைகள் (physical forces) என்றும், இவற்றால் ஏற்படும் பரப்புக் கவர்ச்சியை, இயல் பரப்புக் கவர்ச்சி, (physical adsorption) என்றும் வழங்கலாம்.

இயல் பரப்புக் கவர்ச்சிக்கு மாறாக வேதிப் பரப்புக் கவர்ச்சி (chemisorption), வலுவான பிணைப்புகளை உருவாக்கக்கூடிய தாகும். இத்தகு பரப்புக் கவர்ச்சியின்போது, மூலக்கூறுகள் தளப்பரப்புடன் மிக வலுவாகப் பிணைக்கப்படுவதால், அவற்றைத் தளப் பரப்பிலிருந்து விடுவிப்பதும் எளிதன்று. எனவே, இயல் பரப்புக் கவர்ச்சியே, நிறப்பகுப்பு முறையில் பயன்படுத்தத் தகுந்ததாகும். இத்தகு பண்புகளின் அடிப் படையிலேயே பெரும்பாலும் கலவைகள் பகுக்கப்படுகின்றன.

4.1.2 பரப்புக் கவர்ச்சி சமவெப்பக் கோடுகள்

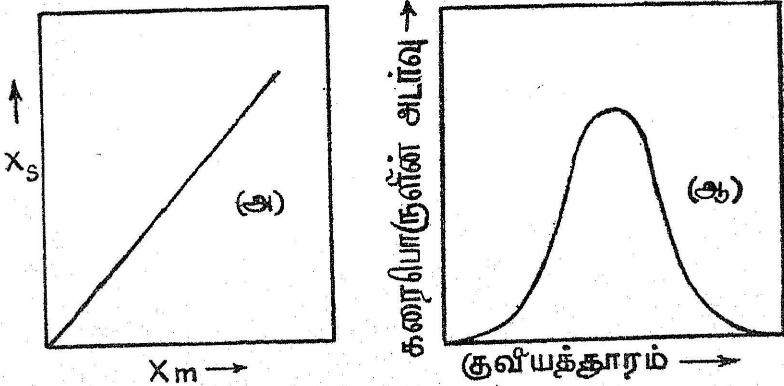
நகர்படிவில் வரும் கரைபொருளின் அளவிற்கேற்ப, நகரும் படிவிலிருந்து கரைபொருளை நிலைப்படிவு கவரும் திறன் (adsorptive power) மாறுபடலாம். வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் ஏற்படக்கூடிய இத்தகைய வேறுபாடுகளை ஆராயப் பரப்புக் கவர்ச்சி சமவெப்பக் கோடுகள் (adsorption isotherms) பயன் கின்றன.

இம் முறையில், நிலைப்படிவால் கவரப்படும் மூலக்கூறு களின் அடர்வை (C_s) நிலைப்படிவின் எடையால் (w) வகுத்துக் கிடைக்கும் எண்ணை ($C_s/w = X_s$) Y-அச்சாகவும், நகர்பொருளில் வரும் கரைபொருளின் மொத்த அடர்வை (X_m) படத்தின் X-அச்சாகவும் கொண்டு, ஒரு வரைபடம் (graph) உருவாக்கப் படுகிறது. இத்தகு வரைகோடுகள், ஒவ்வொரு வெப்ப நிலையிலும், ஒவ்வொரு வகையாக அமையலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், கரைபொருளின் அளவிற்கும், கவர்பொருளின் கவர்திறத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பைச் சுட்டிக்காட்டும் வரைபடமே, பரப்புக்கவர்ச்சிச் சமவெப்பக்கோடு எனப் படுகிறது.

கவர்பொருள், கரைபொருள் ஆகியவற்றின் தன்மைக்கு ஏற்ப, பலவகைச் சமவெப்பக் கோடுகள் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக, பரப்புக் கவர்ச்சியில் மூன்று வகையான சமவெப்பக் கோடுகள் உள்ளன. இவை எவ்வாறு குவியப்பரவலைப் பாதிக் கின்றன என்பதை அடுத்துக் காண்போம்.

(அ) நேர் சமவெப்பக் கோடுகள் (Linear isotherms): இவ் வகை சமவெப்பக் கோடுகளால் குறிக்கப்படும் கவர் பொருள் களின் கவர்திறன், நகர்படிவுடன் வரும் கரை பொருளின் அடர்வைப் பொறுத்து மாறுபடுவதில்லை. கரை பொருள் எந்த அளவு வந்தாலும், பங்கீட்டு எண் ($K = X_s/X_m$)

மாறுமல் இருக்கும். இச் சூழ்நிலையில், கரைபொருளின் அடர்வை ஒட்டி மாறுமல், குவியங்கள் ஒரேசீராக நகர்ந்து வருகின்றன. எனவே, கரைபொருளின் அளவு கூடுவதால், குவியங்கள் பரவுவதில்லை (படம் 4.2 காண்க).



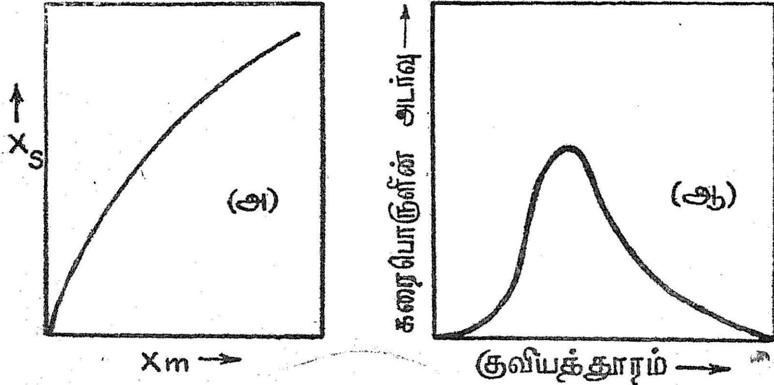
(அ) நேர் சமவெப்பக் கோடு படம் 4.2 (ஆ) குவியப் பரவல்

இத் தகைய சமவெப்பக்கோட்டு நிலையில், நிலைப்படிவிற்கும் நகரும்படிவிற்கும் இடையே பொருள்கள் பங்கீடடைந்தால், குவியங்கள் பரவாமல் தடுத்துப் பிரிப்பது எளிதாகும். ஆனல், இத்தகு நேர் சமவெப்பக் கோடு காட்டும் வகையில், பெரும்பாலான மூலக்கூறுகள் பரப்புக் கவர்ச்சி அடைவதில்லை.

(ஆ) குவி சமவெப்பக் கோடுகள் (Convex isotherms): குவி சமவெப்பக் கோடுகள், அல்லது, லாங்மியூர் சமவெப்பக் கோடுகளே (Langmuir isotherms) பெரும்பாலான சூழ்நிலைகளில் காணப்படுகின்றன. இந் நிலைகளில், மூலக்கூறுகள் நகரும் படிவுடன் வந்தால், அவற்றின் அடர்வு குறைவாக இருக்கும்போது, நிலைப்படிவு மிகுதியான கவர்பொருளைக் கவர்ந்து கொள்கிறது. ஆனல், நகர்படிவில் மூலக்கூறுகளின் அடர்வு அதிகரிக்கும்போது, நிலைப்படிவின் கவர்திறன் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. நிலைப்படிவின் தளப்பரப்பில், கவர் பொருளைக் கவரக்கூடிய தளப்பரப்பு (active site), கரைபொருளின் வரவு கூடக்கூட குறைந்துகொண்டே வருவதால்தான், இவ்வாறு நிலைப்படிவின் கவர்திறன் குறைகிறது என்று கருதப்படுகிறது.

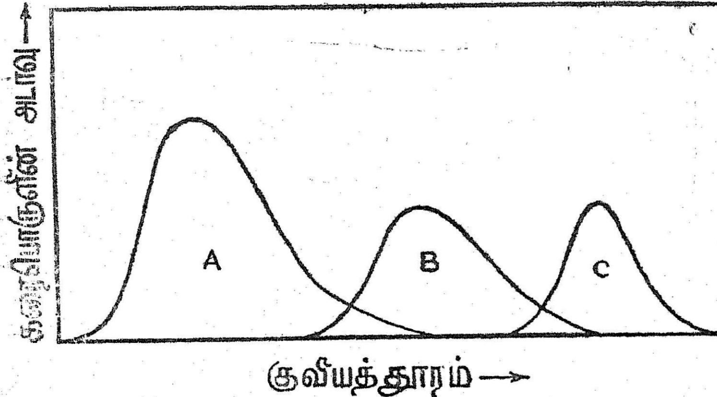
இந் நிலையில், குவியங்கள் நகரும் வேகமும் கரைபொருளின் அடர்வினல் பாதிக்கப்படுகிறது. குவிய உச்சிக்கு முன்னுள்ள

பகுதியில் நகர்படியின் அடர்வு மிகுதியாக இருப்பதால் (பகுதி 3.2 காண்க), அப் பகுதி மேலும் மேலும் வேகமாக முன்னேறுகிறது. இதனால், குவியத்தின் ஒரு பகுதி மற்றொரு பகுதியைவிட வேகமாக நகர்கிறது. இத்தகைய குவி சமவெப்பக் கோட்டு நிலையில், கலவைகளின் பரவலையும், அதனால் குவியப் பரவலில் ஏற்படும் மாற்றத்தையும், படம் 4.3 காட்டுகிறது.



(அ) குவி சமவெப்பக் கோடு படம் 4.3 (ஆ) குவியப் பரவல்

இத்தகைய சூழல்களில், குவியங்கள் பரவலடைந்து விடுவதால், அவை ஒன்றுடன் ஒன்று எளிதில் கலந்து

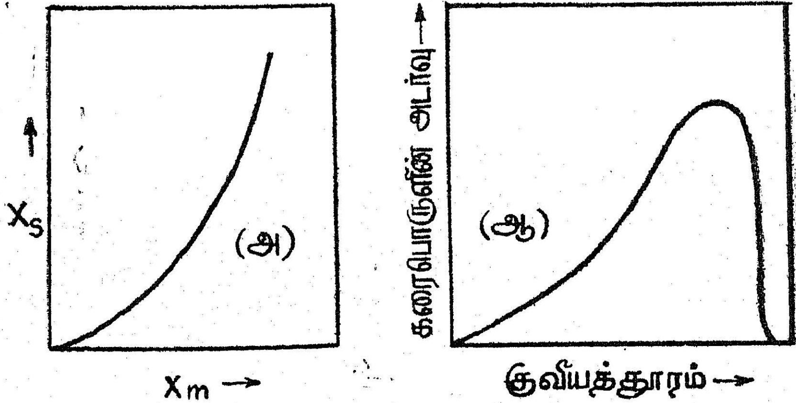


படம் 4.4

குவி சமவெப்பக்கோட்டு நிலையில் குவியங்கள் கலந்து விடுதல் (A, B, C என்பன வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளின் குவியங்கள்)

விடுகின்றன. இவ்வாறு, பல குவியங்கள், ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து நிற்பதைப் படம் 4.4 காட்டுகிறது.

(இ) குழி சமவெப்பக் கோடுகள் (Concave isotherms): நிலைப் படிவின் திண்மத் தளப்பரப்பில், மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணையும் வாய்ப்பு (molecular association), குழி சமவெப்பக்கோட்டு நிலையை உருவாக்குகிறது. இதனால், குவியங்களின் பிற்பகுதி நீண்டு, ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கும் வாய்ப்பு உருவாகிறது. படம் 4.5, இத்தகு குழி சமவெப்பக்



(அ) குழி சமவெப்பக் கோடு படம் 4.5 (ஆ) குவியப் பரவல்

கோட்டையும், அதனால் ஏற்படும் குவியப் பரவலையும் சுட்டிக் காட்டுகிறது.

இவ்வாறு, குவியங்கள் பரவிக் கலந்துவிடும் நிலைமை, பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில் மிகுதியாக இருப்பதால், பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு ஒரு பயன்மிகுந்த முறையாக வளர்வது கடினம் என்று கருதப்பட்டது. ஆனால், நேர் சமவெப்பக்கோட்டு நிலையில் பகுப்படையும் பல கலவைகள் இன்று கண்டறியப்பட்டுள்ளன. மேலும், குவியப் பரவலே ஏற்படாதவாறு பலவகைக் கலவைகளைப் பகுத்தெடுக்கும் முறைகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, கரைபொருளின் அடர்வு மிகக் குறைவாக இருக்கும்போது, பொதுவாக, எல்லாக் கலவைகளுமே, நேர் சமவெப்பக் கோட்டுத் தன்மையில் பரவலடையாமல் பகுக்கப்படுகின்றன. எனவே, இந்த நிறப்பகுப்பு விரைவாகவும், விரிவாகவும் வளர்ந்து வருகின்றது. நேர்சமவெப்பக்கோட்டு நிலையில் செயல்படும் பரப்புக்கவர்ச்சி குழல் நிறப்பகுப்புபற்றி இனிக் காண்போம்.

பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு, பின்வரும் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது:

(அ) நிலைப்படியின் பண்புகள்.

(ஆ) நகர்படியின் பண்புகள்.

(இ) மூலக்கூறுகளின் அமைப்பும், பண்புகளும்.

இவற்றை, இனித் தனித்தனியே ஆராய்வோம்.

4.2 கவர்பொருள்

நிறப்பகுப்பைப் பாதிக்கும் கவர்பொருள்களின் பல்வேறு பண்புகளில், பின்வருவன குறிப்பிடத்தக்கவை:

(அ) கவர்பொருளின் தளப்பரப்பு (surface area).

(ஆ) தளப்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள், வினைக்குழுக்கள் ஆகியவற்றின் இயைபு.

(இ) தளப்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள், வினைக்குழுக்களின் இடநிலை அமைப்பு (spatial arrangement).

இப் பண்புகளை நன்கு கட்டுப்படுத்தி, நிறப்பகுப்பைச் செம்மையாகச் செய்யலாம்.

கவர்பொருள்களை மாற்றியமைத்து, நிறப்பகுப்பின் பகுப்புத் திறனை, பின்வரும் வழிகளில் கூட்டலாம்:

(அ) கரைபொருளின் அளவு கூடும்போதும் பகிர்வெண் மாறாதிருந்தால் (அதாவது, கவர்பொருள், நேர் சம வெப்பக் கோட்டுத் தன்மையில் செயல்பட்டால்) குவியங்கள் பரவாமல் பகுப்படையும். எனவே, நிறப்பகுப்பு வெற்றிபெறும்.

(ஆ) பகிர்வெண் மதிப்பு அதிகமாக இருந்தால், குவியங்களின் நகர்வேகம் கூடும். எனவே, நிறப்பகுப்பு விரைவாக நடைபெறும்.

இவ்விரு மாற்றங்களையும் உருவாக்கும் வழிகளை இனி ஆராய்வோம்.

4.2.1 கவர்பொருளின் நேர்த்திறன்

ஒரு கவர்பொருள் எந்த அளவு கலவை பகுக்கப்படும் வரை, நேர்சமவெப்பக் கோட்டுத் தன்மையிலிருந்து விலகாமல் இருக்கிறதோ, அந்த அளவு நிறப்பகுப்பு வெற்றியடைகிறது. இதனையே, நாம் கவர்பொருளின் நேர்திறன் (adsorbent linear

capacity) என்கிறோம். இத் தன்மையைக் கூட்டுவதற்குரிய வழிகள் பின்வருவனவாகும்:

(அ) கவர்பொருளின் தளப்பரப்பு அதிகரிப்பின், கவர் பொருளின் துகள் அளவை (particle size) குறைப்பதன் மூலம், தளப்பரப்பைக் கூட்டி, கவர்பொருளின் நேர்திறனை அதிகமாக்கலாம்.

(ஆ) பரப்புக் கவர்ச்சி ஆற்றல் (energy of adsorption), எல்லா இடங்களிலும் கிட்டத்தட்ட ஒரேயளவு இருந்தால், கவர்பொருளின் நேர்திறன் கூடுகிறது. கவர்பொருள் பரப்பின் கவர்திறன் (activity) மிகவும் கூடிவிடும்போது, தளப்பரப்பின் பல்வேறு பகுதிகள் மூலக்கூறுகளைக் கவரத் தேவையான ஆற்றல்களும் வேறுபடுகின்றன. இதனால், தளப்பரப்பின் வெவ்வேறு பகுதிகள், வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளை வெவ்வேறு விதங்களில் கவர்கின்றன. எனவே, கவர் பொருளின் நேர்திறன் குறைந்து விடுகின்றது. அலுமினா, சிலிக்கா முதலிய கவர்பொருள்களின் கவர்திறன் மிகுதியாக இருந்தால், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரைக் கலப்பதன்மூலம், அவற்றின் கவர் திறனைக் கட்டுப்படுத்தி, கவர் பொருளின் நேர் திறனைக் கூட்டலாம். வெவ்வேறு கவர்பொருள்களில், வெவ்வேறு நீர்மங்கள், கவர்திறனைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(இ) நிறப்பகுப்பு நிகழும் வெப்பநிலை கூடக்கூடக் கவர் பொருளின் நேர்திறன் அதிகரிக்கிறது.

(ஈ) நகர்படிவின் வேகமும், அது கரைபொருளைக் கவரும் திறனும் கூடக்கூட, கவர்பொருளின் நேர்திறன் அதிகரிக்கிறது.

(உ) கலவையில், ஏதேனும் ஒரு சேர்மம் மட்டும், பிற சேர்மங்களைவிட மிக அதிக அளவு இருப்பின், கவர் பொருளின் நேர்திறன் குறைகிறது. மாறாக, கலவையில் உள்ள எல்லாச் சேர்மங்களும் கிட்டத் தட்ட ஒரே அளவு இருப்பின், கவர் பொருளின் நேர்திறன் மிகும்.

மேற்கூறிய வழிகள், பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில் குவியங்கள் பரவாமல் தடுக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

4.2.2 கவர்பொருளின் கவர்திறன்

ஒரு கவர்பொருளின் கவர்திறன் (adsorbent activity), கவர் பொருளின் தளப்பரப்பின் அமைப்பையும், அதில் கவர்பொருள் கவரப்படும்போது வெளியாகும் பரப்புக் கவர்ச்சி வெப்பத்தையும் (heat of adsorption) சார்ந்ததாகும். பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில் பயன்படும் கவர்பொருள்களை மூன்று வகைகளாகப் பகுத்து ஆராயலாம் :

(அ) வலிவு, வலிவின்மை : முதலில், கவர் பொருள்களை வலிவுள்ளவை (strong adsorbents), வலிவற்றவை (weak adsorbents) என்று இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். சர்க்கரை, கரிப்பொடி போன்றன வலிவற்ற கவர் பொருள்கள். அலுமினா, சிலிக்கா போன்றன வலிவுள்ள கவர் பொருள்கள்.

(ஆ) மின்துருவத் தன்மை : ஆனால், மின் துருவத் தன்மையின் அடிப்படையில், கவர் பொருள்களை வகைப்படுத்துவதே சிறப்பானதும், இன்று மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதுமான முறையாகும்.

அலுமினாபோன்ற உலோக ஆக்சைடுகள் மின் துருவத் தன்மையுடையன. இவை, ஆல்கஹால் (alcohol), அமீன் (amine), அமிலம் (acid) போன்ற மின் துருவத்தன்மை உடைய மூலக்கூறுகளை நன்கு கவரும் திறமுடையனவாகும்.

மின் துருவத்தன்மையற்ற கவர் பொருள்களுக்கு, கரிப் பொடி ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். இவை, ஹைட்ரோகார்பன் (hydrocarbon) போன்ற மின் துருவத்தன்மையற்ற மூலக்கூறுகளைப் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன.

(இ) அமில-காரத்தன்மை : அமில-காரத்தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டும், கவர் பொருள்களை வகைப்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக, சிலிக்கா, அமிலத்தன்மை உடைய ஒரு கவர் பொருளாகும். அலுமினா காரத்தன்மையுடைய ஒரு கவர் பொருளாகும்.

அமிலத் தன்மையுடைய கவர் பொருள்கள் காரக் கரை பொருள்களுடன் வேதிக் கவர்ச்சியில் (chemisorption) ஈடுபடுவதால், காரங்களைப் பகுத்தெடுக்க அவற்றைப் பயன்படுத்த முடியாது. இதேபோல், அமிலங்களைப் பகுத்தெடுக்க, காரத் தன்மையுள்ள கவர் பொருளைப் பயன்படுத்த முடியாது.

அலுமினா போன்ற ஒரு குறிப்பிட்ட கவர் பொருளானது, அது தயாரிக்கப்பட்ட முறை, அதன் தளப்பரப்பு, அதிலுள்ள நீர்மத்தின் அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, வெவ்வேறு கவர்திறன்களைப் பெற்றிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, தண்ணீரின் அளவைப் பொறுத்து, அலுமினா ஐந்து வகைகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றது. தண்ணீர் எந்த அளவு குறைவாக இருக்கிறதோ, அந்த அளவு அலுமினாவின் கவர்திறன் கூடுகிறது. கவர்திறன் மிகுந்த அலுமினா ஐந்தாம்தர அலுமினா என்றும் வழங்கப்பட்படுகிறது.

பரப்புக் கவர்ச்சி குழல் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் கவர்பொருள்களின் துகள் அளவு, 80—200 கம்பிவலை (mesh) பொடிமை உள்ளதாக இருக்கவேண்டும். இத்தகைய பொடிமையுள்ள ஒரு கிராம் கவர்பொருளின் தளப்பரப்பு, கிட்டத்தட்ட 50 சதுர மீட்டருக்கும் (ச.மீ.) அதிகமாக அமையும்.

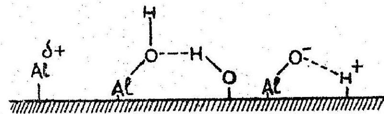
இனி, பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படும் சில முக்கிய கவர்பொருள்களின் அமைப்பு, தயாரிப்பு, பயன் ஆகியவற்றை ஆராயலாம்.

4.2.3 அலுமினா

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில் அலுமினாவே மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படும் கவர்பொருளாகும். இதன் தளப்பரப்பு, தளப்பரப்பில் உள்ள வினைக் குழுக்களின் பண்புகள், பயன்கள் பற்றி விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது.

4.2.3.1 அலுமினாவின் தளப்பரப்பு

அலுமினாவின் தளப்பரப்பில், $Al^{\delta+}$ Al-O-H, Al-O$^-$, H^+ போன்ற அயனிகளும், வினைக்குழுக்களுக்கும் (functional groups) உள்ளன.



படம் 4.6 அலுமினாவின் தளப்பரப்பு

சாதாரணமாகக் கிடைக்கும் அலுமினா, காரத்தன்மையுடையதாகும். அலுமினாவின் தளப்பரப்பில் உள்ள ஆக்சைடு வினைக்குழுக்களே (—O$^-$ groups) இவற்றின் காரத்தன்மைக்குக் காரணம் என்று கருதப்படுகிறது.

4.2.3.2 அலுமினுவின் தரம்

அலுமினுவை அதிக அளவு வெப்பப்படுத்தினுல், அதிலிருந்து தண்ணீர் வெளியாகி, அதன் கவர்திறன் கூடுகிறது. ஆனுல், வெப்பநிலையை 1000°C-க்கு மேல் உயர்த்தினுல், அலுமினு தன் கவர்திறனை முழுமையாக இழந்துவிடும்.

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களுக்காகவே தயாரிக்கப்பட்ட முதல்தரக் கார அலுமினு (basic alumina) விற்பனைக்கு வந்துள்ளது. தரநிர்ணயம் செய்யப்படாத (ungraded) கார அலுமினு கிடைத்தால், அதை 380—400°C வெப்பநிலையில் 3—4 மணி நேரம் வெப்பமூட்டி, முதல்தரக் கார அலுமினுவைப் பெறலாம்.

முதல்தர அலுமினுவுடன், வெவ்வேறு விகிதங்களில், தண்ணீரைச் சேர்த்து, மற்ற தரங்களை உடைய அலுமினுக்களைத் தயாரிக்கலாம். வெவ்வேறு தர அலுமினுக்களையும், அவற்றில் உள்ள தண்ணீர் விகிதங்களையும் பட்டியல் 4.1-ல் காண்க.

பட்டியல் 4.1 பலதரமுள்ள அலுமினுக்களின் நீரளவு

அலுமினுவின் தரம்	நீரளவு (%)
I	0
II	3
III	6
IV	10
V	15

முதல்தர அலுமினுவிலிருந்து, பிறதர அலுமினுக்களைத் தயாரிக்கப் பின்வரும் செய்முறை கையாளப்படுகிறது. முகவை அல்லது வாயகன்ற குடுவை ஒன்றில், தேவையான அளவு நீரை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். நீர் நன்கு சுழலுமாறு குடுவையை

ஒரு சுழற்றியில் (stirrer) பொருத்தவேண்டும். நீர் சுழன்று கொண்டு இருக்கும்போதே, தேவையான அளவு அலுமினுவை, சிறிது சிறிதாக அதில் கொட்டவேண்டும். பின்னர், குடுவையை இறுகமூடி, கிட்டத்தட்ட 1 மணி நேரம் நன்கு சுழலவிட வேண்டும். இதனுல், கவர் பொருளின தண்ணீர் நன்கு ஊடுருவி, தேவையான தரமுள்ள அலுமினுவை உருவாக்குகிறது.

4.2.3.3 அலுமினுவின் தர நிர்ணய முறைகள்

கொடுக்கப்பட்டுள்ள அலுமினுவின் தரத்தை, பல முறைகளில் கண்டறியலாம். இருமுறைகளை மட்டும் இங்கு ஆராய்வோம்.

(அ) புராக்மென் முறை (Brockmann method): 1.5 செ.மீ. வட்டமும் 10 செ.மீ. நீளமும் உள்ள ஒரு கண்ணுடிக் குழலை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். இதில், கொடுக்கப்பட்டுள்ள அலுமினுவை, 5 செ.மீ. உயரத்திற்கு நிரப்பவேண்டும், இந்த அலுமினு நிரம்பிய குழல், சில அசோ வண்ணங்களில் (azo dyes) கலவைகளை எவ்வாறு பகுக்கின்றன என்பதை ஆராய்வதன் மூலம், அலுமினுவின் தரம் கணிக்கப்படுகிறது. புராக்மென் முறையில் பட்டியல் 4.2-ல் தரப்பட்டுள்ள அசோ வண்ணங்களே பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பட்டியல் 4.2 புராக்மென் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் அசோ வண்ணங்கள்

எண்	பெயர்
(a)	p-மீதாக்சி அசோபென்சீன் (p-methoxy azobenzene)
(b)	அசோபென்சீன் (azobenzene)
(c)	சூடான் மஞ்சள் (Sudan yellow)
(d)	சூடான் சிவப்பு (Sudan red)
(e)	p-அமினே அசோபென்சீன் (p-amino azobenzene)
(f)	p-ஹைட்ராக்சி அசோபென்சீன் (p-hydroxy azobenzene)

இந்த வண்ணங்களில் இரண்டைக் கலந்து, கலவைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன (பட்டியல் 4.3 காண்க).

பட்டியல் 4.3 வண்ணக் கலவைகள்

கலவை எண்	வண்ணங்கள்
1	a, b
2	a, c
3	c, d
4	d, e
5	e, f

ஒவ்வோர் அசோ வண்ணத்தையும் 0.02 கிராம் அளவு எடுத்துக்கொண்டு, 10 மி.லி. பென்சீனும் 40 மி.லி. பெட்ரோலியம் ஈதரும் (petroleum ether) கலந்த கரைப்பானில் கரைக்க வேண்டும். இவ்வாறு தயாரிக்கபட்ட கரைசல்களை, பட்டியல் 4.3-ல் காட்டியுள்ளபடி கலக்கவேண்டும்.

கொடுக்கப்பட்ட கவர்பொருள் உள்ள ஆய்வுக் குழலில், 10 மி.லி. வண்ணக் கலவை வைக்கப்படுகிறது. அதன்மீது, 20 மி. லி. பென்சீன்-பெட்ரோலியம் ஈதர் கலவை ஊற்றப்படுகிறது. இந் நிலையில், கவர்பொருளின் கவர் திறத்திற்கேற்ப, சில வண்ணங்கள் இழு பொருளுடன் (eluent) வந்துவிடுகின்றன. வண்ணங்கள் பிரிந்து நகரும் முறைக்கும், கவர் பொருளின் கவர்திறனுற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு பட்டியல் 4.4-ல் தரப்பட்டுள்ளது.

பட்டியல் 4.4 பலதர அலுமினா குழல்களில் வண்ணங்கள் பிரிதல்

கவர்திறன்	I	II		III		IV		V
கலவை எண்	1	1	2	2	3	3	4	5
குழலின் மேற்பகுதி	a	a	c	c	d	d	e	f
குழலின் கீழ்ப் பகுதி	b		a		c		d	e
இழு பொருள்		b		a		c		

இம் முறை, கவர்பொருளின் தரத்தை ஐயமின்றி நிறுவப் போதுமானதாகும். ஆனால் இம் முறைக்குத் தேவையான பல்வேறு வண்ணங்களைப் பெறுதல் அல்லது தயாரித்தல் எளிதன்று. மேலும், குறைந்த அளவு நான்கு வண்ணக் கலவைகளையேனும் பகுத்துப் பார்த்தல் ஆகிய பணிகளில் காலமும், உழைப்பும் அதிகம் செலவாகும்.

(ஆ) தந்துகிக் குழல் முறை : புராக்மென் முறையைவிட இது எளியதாகும்; குறைந்த நேரத்தில் செய்து முடிக்கக் கூடியதுமாகும்.

ஒரு தந்துகிக்குழலில் (capillary column), தரம் கணிக்கப்பட வேண்டிய கவர்பொருளை நிரப்பிக்கொள்ளவேண்டும். குழலின் ஒரு முனையை, பென்சீன் நீர்மத்தில் நனைக்க வேண்டும். குழலின் மூடியுள்ள மற்றொரு முனையை, மெதுவாக உடைத்துத் திறக்க வேண்டும். நனைக்கப்பட்ட முனையை, 0.5% பென்சீன் கலந்த p-பீனைல் அசோஅனிலீனில் (p-phenylazoaniline) நனைக்க வேண்டும். அடுத்து, தந்துகிக் குழாயைப் பென்சீன் உள்ள ஆழமான பாத்திரத்தில் வைத்து, தந்துச் செயலின் (ccpillary action) மூலம், குழலில் பென்சீன் ஏறச் செய்யவேண்டும். பென்சீன், கிட்டத்தட்டத் தந்துகியின் மறுமுனைக்கு வந்ததும். குழலை எடுத்து, பென்சீனும் வண்ணப்பொருளும் நகர்ந்துள்ள தூரங்களை அளந்து, அவற்றின் நகர்வேக விகிதங்களை (R_f) மதிப்பிட வேண்டும்.

$$R_f = \frac{\text{குவியம் நகரும் தூரம்}}{\text{பென்சீன் நகரும் தூரம்}}$$

வெவ்வேறு (R_f) மதிப்புகளும், அவற்றுடன் தொடர்புடைய கவர்பொருள் தரமும் பட்டியல் 4.5-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 4.5 அலுமினாவின் தரமும், வண்ணப் பொருள்களின் நகர்வேக விகிதமும்

கவர் பொருள் தரம்	R_f மதிப்பு
I	0.06
II	0.13
III	0.25
IV	0.45
V	0.55

அமில-காரத் தன்மையையொட்டி, அலுமினுக் கவர்பொருள்களை, கார அலுமினு, நடுநிலை அலுமினு, அமில அலுமினு என மூன்று வகைகளாகப் பகுக்கலாம். இவைபற்றித் தனித்தனியே இனி ஆராயலாம்.

4.2.3.4 கார அலுமினு

அலுமினுவின் பல வகைகளில், கார அலுமினுவே மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அமிலங்கள் தவிரப் பிறவகைச் சேர்மங்களைப் பகுக்க, கார அலுமினு சிறந்ததாகும். சேர்மங்களின் மின்துருவத்தன்மை அதிகமானல், அவை கவர்பொருளில் நன்கு கவரப்பட்டுவிடும். அவற்றைப் பகுத்தெடுப்பதும் கடினமாகும். எனவே, மின்துருவத்தன்மைமிகுந்த சேர்மங்களைப் பகுக்க, அலுமினு (IV) அல்லது அலுமினு (V) போன்ற குறைந்த கவர்திறனுடைய அலுமினு வகைகளும், மின்துருவத்தன்மை குறைந்த சேர்மங்களைப் பகுக்க, அலுமினு (I) அல்லது அலுமினு (II) போன்ற கவர்திறன் மிகுந்த அலுமினு வகைகளே பெரும்பாலும் விற்பனைக்கு வருகின்றன.

4.2.3.6 அமில அலுமினா

கார அலுமினாவிலிருந்து, அமில அலுமினாவையும் பின்வரும் முறையில் தயாரித்துக்கொள்ளலாம். ஒரு பங்கு கார அலுமினாவுடன், 4 பங்கு 1 N ஹைட்ரோ-குளோரிக் அமிலத்தைக் (1 N HCl) கலந்து, 10-16 மணித் துளிகள் நன்றாகக் குலுக்க வேண்டும். பின்னர், மேல்மட்ட நீர்மத்தை (supernatant liquid) வடித்துப் பகுத்துவிடவேண்டும். இவ்வாறு பல முறை செய்த பின், ஒரு இறுகிய கண்ணாடி வடிகலத்தில் (sintered glass crucible) அலுமினாவை வடிகட்டிப் பிரித்து, 100°C வெப்பநிலையில் சில மணி நேரம் காய வைக்க வேண்டும்.

இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் அமில அலுமினாவில், தண்ணீர் மிகுதியாக இருக்கும். எனவே, இதன் கவர்திறன் குறைவாகவே இருக்கும். ஆனால், இவ்வகை அலுமினா, அமினோ அமிலங்களையும் (amino acids), பெப்டைடுகளையும் (peptides) பகுப்பதற்கு நன்கு பயன்படுகிறது. இத்தகைய அலுமினாவில் உள்ள குளோரைடு அயனிகள், சில வேளைகளில் அயனி இடமாற்றிகளாகச் (ion-exchangers) செயல்படுகின்றன.

இந்த ஹைட்ராக்சில் குழுக்களே, சிலிக்காவின் அமிலத் தன்மைக்குக் காரணமாகின்றன. ஹைட்ராக்சில் குழுக்கள் சில வேளைகளில் மின் துருவத்தன்மை மிகுந்த சேர்மங்களுடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பில் ஈடுபடுவதால், நிலைப்படிவிலிருந்து சேர்மங்களை மீண்டும் பகுத்தெடுப்பது கடினமாகிறது.

சிலிக்காவை கிட்டத்தட்ட 200°C-க்கு மேல் வெப்பப் படுத்தின், அதன் தளப்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகள் நீரை வெளிவிட்டு, —Si—O—Si—பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றன (படம் 4.7, IV). இவ்வகை மூலக்கூறுகள் உள்ள பகுதிகள் எல்லாச் சேர்மங்களையும் வேறுபாடின்றிக் கவரத் தொடங்கு வதால், சிலிக்காவின் பயன் மிகவும் குறைந்து விடுகிறது.

150°—160°C வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட சிலிக்கா, முதல்தரச் சிலிக்கா எனப்படுகிறது. இது கவர்ச்சித்திறன் மிகுந்ததாகும். இதனுடன் பல விகிதங்களில் நீரைக் கலந்து, பல தரமுள்ள சிலிக்கா வகைகளைப் பெறலாம் (பட்டியல் 4.5 காண்க.)

பட்டியல் 4.5 சிலிக்காவின் தரமும், நீரின் அளவும்

சிலிக்காவின் தரம்	நீரின் அளவு %
I	0 0
II	10·0
III	12.0
IV	15.0
V	20.0

அலுமினாவின் தரத்தைக் கணிக்க உதவும் நிறந்துகிக் குழல் முறையைப் பயன்படுத்தி, சிலிக்காவின் தரத்தையும் கணிக்கலாம். இம் முறைப்படி, சிலிக்கா-I-ன் R_f. மதிப்பு 0·0 என்றும், சிலிக்கா-III-ன் R_f மதிப்பு ஏறக்குறைய 0·65 என்றும் கணிக்கப்பட்டுள்ளது.

4.2.5 கரித்தூள்

கி.பி. 1935 வரை, கரித்தூள் (powdered charcoal), கவர் பொருளாகப் பெருமளவு பயன்படுத்தப்பட்டது. ஆனால், இன்று, தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் இயற்கைப் பொருள்களைத் (natural products) தூய்மையாக்கவும், சர்க்கரைகளை (sugars) அவற்றின் மூலக்கூறு எடையின் (molecular weight) அடிப்படையில் பகுக்கவும், இன்னும் இதுபோன்ற சில குறிப்பிட்ட பணிகளுக்கும் மட்டுமே, கரித்தூள் கவர் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கரிப் பொடியை 1000°C வெப்பநிலைக்குமேல் வெப்பப் படுத்திப் பெறப்படும் கவர்பொருள், மின் துருவமற்ற (nonpolar) கரிப்பொடியாகும். இது மின்துருவ மூலக்கூறுகளை (polar molecules) கவர்வதில்லை. ஆனால், இக் கவர்பொருளின் கவர் திறத்திற்கு, இலண்டன் இழுவிசைகள் (London forces) காரணமாய் அமைகின்றன. எல்லாவகை மூலக்கூறுகளிலும். அவற்றின் மூலக்கூறு எடை கூடக்கூட, இலண்டன் இழுவிசையும் கூடுகிறது. எனவே, மின் துருவமற்ற மூலக்கூறுகளை, அவற்றின் மூலக்கூறு எடையின் அடிப்படையில் பகுத்தெடுக்க, இத்தகைய கவர்பொருள் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

குறைந்த வெப்பநிலையில், கரிப் பொடியுடன் ஆக்சிஜன் கூடும்போது, >C = O. →C—O – H போன்ற வினைக் குழுக்கள் கரிப்பொடியின் தளப்பரப்பில் உருவாகின்றன. எனவே, இவ்வகைக் கரிப்பொடி, மின்துருவக் கரிப்பொடி (polar charcoal) எனப்படுகிறது. இவ் வகைக் கரிப்பொடி, அலுமினா. சிலிக்கா போன்ற கவர்பொருளைப் போன்றே செயல்படுகின்றது.

4.2.6. ஃப்ளோரசில்

ஃப்ளோரசில் (Floresil), ஒருவகை மெக்னீசியம் சிலிக் கேட்டாகும் (magnesium silicate). நீர் முழுமையாக நீக்கப்பட்ட ஃப்ளோரசிலின் கவர்திறன், அலுமினா, சிலிக்கா ஆகியவற்றின் கவர்திறனைவிட மிகுதியாகும். இக் கவர் பொருள் அமிலத் தன்மை உடையதாக விளங்குவதால், அமிலங்களைப் பகுத்தெடுக்க, கார அலுமினாவிற்குப் பதிலாக இதைப் பயன் படுத்தலாம்.

இக் கவர்பொருள் பெரும்பாலான சேர்மங்களுடன் வேதிக் கவர்ச்சியில் ஈடுபடுகிறது. இதனால், அச் சேர்மங்களை நிலைப் படிவிலிருந்து பிரித்தெடுப்பது கடினமாகிறது. இக் காரணம் பற்றியே, இக் கவர்பொருள் அலுமினா, சிலிக்கா போன்ற கவர்பொருள்களைப்போல், அதிகம் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

4.2.7 மெக்னீசியா

மெக்னீசியா (magnesia) ஒரு கவர்பொருளாகப் பயன்படும் விதம் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. மெக்னீசியாவில், நிறைவுறு மூலக்கூறுகள் (unsaturate molecules) ஹைட்ராக்சில் குழுக்களையுடைய மூலக்கூறுகளைவிட வலிவுடன் கவரப் படுகின்றன. இது, அலுமினாவின் கவர்திறப் போக்கிற்கு எதிரானதாகும்.

ஆனால், மெக்னீசியாவின் துகள் அளவு (particle size) மிகச் சிறியதாய் இருப்பதால், இதைக் கவர்பொருளாகப் பயன்படுத்துவது கடினமாகிறது.

4.2.8 சீலைட்

சீலைட் (celite) என்னும் ஒருவகை மண் (diatomaceous earth) கவர்திறன் மிகக் குறைந்த கவர்பொருள்களில் ஒன்றாகும். எனவே, மின் துருவத்தன்மை மிகுந்த சேர்மங்களைப் பகுத்தெடுக்க, இக் கவர்பொருள் பெரிதும் பயன்படுகிறது. அலுமினா போன்ற கவர்பொருளுடன் சீலைட்டைச் சேர்த்தால், குவிய நகர்வேகம் கூடும். எனவே, சீலைட் கலந்த கவர் பொருள்கள் இன்று பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

4.2.9. சர்க்கரைப் பொடி

பிற கவர்பொருள்களில் எளிதில் சிதைந்துவிடக்கூடியச் சில சேர்மங்களைப் பகுக்க, சர்க்கரைப் பொடி (sugar powder) கவர்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஹைட்ராக்சில் குழுக்களையுடைய சேர்மங்கள் சர்க்கரைப் பொடியால் நன்கு கவரப்படுகின்றன.

4.2.10 மாற்றியமைக்கப்பட்ட கவர்பொருள்கள் (Modified adsorbents)

பிக்ரிக் அமிலம் (picric acid) போன்ற சேர்மங்கள் கலந்த கவர் பொருள்களை நிறப்பகுப்புக் குழலில் நிலைப்படிவாகப்

பயன்படுத்தும்போது, அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் (aromatic compounds) நன்கு கவரப்படுவதைக் காணலாம். இதேபோல் வெவ்வேறு வகையான சேர்மங்களைப் பகுத்தெடுப்பதற்கென்றே, பல தகுந்த கவர்பொருள் கலவை அல்லது மாற்றியமைக்கப்பட்ட கவர்பொருள்கள் இன்று தயாரிக்கப்பட்டு வருகின்றன.

கனிமப் பொருள்களைப் பகுத்தெடுப்பதிலும், இவ்வகைக் கவர்பொருள்கள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, வெள்ளி அயனிகளுடன் (silver ions) கலந்த அலுமினா கவர்பொருள், நிறைவுறாப் பிணைப்புகளைக்கொண்ட சேர்மங்களை நன்கு கவர்கின்றன.

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் கவர்பொருள்களைப்பற்றி ஓரளவு விரிவாக ஆராய்ந்தோம். இனி, நகர்படிவுகள் பற்றி ஆராய்வோம்.

4.3 கரைப்பான்

பரப்புக்கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில், இருமாறுபட்ட இழுவிசைகள் (two opposing forces) செயல்படுகின்றன. ஒரு புறம், கவர்பொருள் மூலக்கூறுகளைக் கவர்ந்து தன்னுடன் நிறுத்திக்கொள்ள முனைகிறது. இந்த இழுவிசையைப்பற்றி இதுவரை ஆய்ந்தோம். மற்றொருபுறம், நகரும் படிவு, மூலக்கூறுகளைக் கவர்ந்து செல்ல முனைகிறது. இந்த இழுவிசையைப் பற்றி இனி ஆராய்வோம்.

4.3.1 கரைபொருளை நகர்த்தும் விசைகள்

பகுக்கப்படவேண்டிய மூலக்கூறுகளை, இருவகைகளில் நகரும்படிவு (mobile phase) கவர முனைகிறது. முதலாவதாக நகரும் நீர்மம், கவரப்பட்டுள்ள மூலக்கூறுகளைத் தன்னுள் கரைத்துச் செல்ல முனைகிறது. இச் செயலால், மூலக்கூறுகள் மேலும் மேலும் நகர்படிவால் இழுக்கப்பட்டு, கீழ்நோக்கி நகர்கின்றன. இவ் விசையை, இழுவிசை (eluting force) என்றும், இச் செயலை இழுவினை (elution) என்றும் அழைக்கலாம். புரோட்டான் இல்லாத கரைப்பான்கள் (non-protonic solvents) பலவற்றில், இத்தகைய இழுவிசையே மேலோங்கி நிற்கிறது. ஹைட்ரோகார்பன்கள் (hydrocarbons), ஈதர்கள் (ethers), கார்பனில் சேர்மங்கள் (carbonyl compounds) கரைப்பான்களாகப் பயன்படுத்தப்படும்போது, இந்த இழுவிசையே மேலோங்கி நிற்கிறது.

சில கரைப்பான்கள், நிலைப்படிவின் தளப்பரப்பை, கவர் பொருள்களைவிட அதிக விசையுடன் கவர்கின்றன. எனவே, கரைப்பானின் மூலக்கூறுகள், கரைபொருளின் மூலக்கூறுகளை இடம்பெயரச் செய்துவிட்டு, தாங்களே அவ்விடத்தை நிரப்பி விடுகின்றன. இம்முறையை, இடமாற்றம் (displacement) என்று நாம் குறிக்கலாம். ஆல்கஹால் (alcohol) போன்ற கரைப்பான்கள், கவர்பொருளால் நன்கு கவரப்படுவதால், கரைபொருள்கள் எளிதில் நகர்கின்றன.

இவ்வாறு, இழுவிசை முறையில் கரைபொருள்களைக் கரைப்பான் இழுத்துச் செல்வதாலும் (pulling effect), இடமாற்று முறையில் கரைப்பான் கரைபொருள்களைத் தள்ளி விடுவதாலும் (pushing effect), கரைபொருள் நகர்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட கரைப்பான், எந்த முறையில் செயல்படுகிறது என்பதை அறுதியிட்டுக் கூறுவது கடினமாகும். எனவே, கரைப்பான்கள் எல்லாமே இழுவிசை முறையிலேயே செயல்படுவதாக வைத்துக்கொண்டு கரைப்பான்களின் இழுத்துச் செல்லும் திறன்பற்றி இனி நாம் ஆராயலாம்.

4.3.2 கரைப்பானின் பண்புகளும், இழுதிறனும்

கவர்பொருள்கள் மிகச்சிலவே உள்ளன. ஆனால், ஏராளமான கரைப்பான்கள் வேதிநிறப் பகுப்பில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கவர்பொருள்களின் கவர்ச்சித்திறனை மாற்றுவதைவிட, கரைப்பான்களை மாற்றி அவற்றின் இழுதிறனை (eluent strength) மாற்றுவது எளிதாகும். இம்முறையே, வேதிநிறப்பகுப்பில் பெருமளவு கையாளப்படுகிறது. எனவே, கரைப்பான்களின் இழுதிறத்தைப் பாதிக்கும் பண்புகளை நாம் இனிக் காண்போம்.

(அ) நழுவுதடை: நழுவுதடை (viscosity) அதிகமுள்ள கரைப்பான்கள், மிக மெதுவாகவே நகர்கின்றன. இத்தகைய கரைப்பான்கள் நிறப்பகுப்புக் குழல்களில் இன்னும் மெதுவாகவே நகரும்; எனவே, இவை வேதிநிறப்பகுப்பில் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

(ஆ) மின்துருவத் தன்மை: கரைப்பானின் மின்துருவத் தன்மை (polarity), அதன் இழுதிறனைப் பாதிக்கும் ஒரு மிக முக்கியமான பண்பாகும். மின்துருவத்தன்மை குன்றிய கரைப்பான்கள், கவர்பொருளின் பரப்பில் கவரப்பட்டுள்ள மூலக்கூறுகளை மெதுவாகவே கவர்ந்து செல்ல முடிகிறது. கரைப்பானின் மின்துருவத்தன்மை கூடக்கூட, அதன் இழுதிறன் அதிகரிக்கிறது.

ஒரு கரைப்பானின் மின்துருவத் தன்மையை மதிப்பிட உதவும் சரியான அளவீடு, அக் கரைப்பானின் இருதுருவ இயக்கம் (dipole moment) ஆகும். பட்டியல் 4.6, சில கரைப்பான்களை அவற்றின் இருதுருவ இயக்கத்தின் ஏறு வரிசையில் காட்டுகிறது. கரைப்பான்களின் இழுதிறனும், கிட்டத்தட்ட இதே வரிசையில் இருக்கும்.

பட்டியல் 4.6 இருதுருவ இயக்கத்தின் ஏறுவரிசையில் சில கரைப்பான்கள்

எண்.	கரைப்பான்	ஆங்கிலப் பெயர்
1.	பெட்ரோலியம் ஈதர்	Petroleum ether
2.	சைக்லோ எக்சேன்	Cyclohexane
3.	கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு	Carbon tetrachloride
4.	டாலுவீன்	Toluene
5.	பென்சீன்	Benzene
6.	டைகுளோரோமீத்தேன்	Dichloromethane
7.	குளோரோஃபாம்	Chloroform
8.	எத்தில் ஈதர்	Ethyl ether
9.	எத்தில் அசிட்டேட்	Ethyl acetate
10.	அசிட்டோன்	Acetone
11.	n-புரோப்பனல்	n-Propanol
12.	எத்தனல்	Ethanol
13.	மெத்தனல்	Methanol
14.	தண்ணீர்	Water

இவ்வாறு அமைக்கப்படும் பட்டியல் இழுவிசைக்கோவை (eluctropic series) எனப்படுகிறது. இப் பட்டியல் நிறப் பகுப்பில் மிகவும் பயனுள்ளதாகும்.

நிறப்பகுப்பின்போது, இழுதிறன் குறைந்த கரைப்பானை முதலில் செலுத்தலாம். கவர்பொருளில் இருந்து மிக எளிதாகக் கவரக்கூடிய மூலக்கூறுகளை மட்டுமே அது கவர்ந்து சென்றுவிடும். அடுத்தடுத்து, இழுதிறன் அதிகமுள்ள கரைப்பான்களைச் செலுத்தத் தொடங்கலாம். இவ்வாறு, வெவ்வேறு இழுதிறன்களையுடைய இழுபொருள்களைப் பயன்படுத்தியே, கலவைகள் பகுக்கப்படுகின்றன.

(இ) கவர்பொருளின் பண்புகள்: எல்லா கவர்பொருள்களிலுமே, கரைப்பான்களின் இழுவிசை இடம் மாறாமல் இருப்பதில்லை. ஒருவகைக் கவர்பொருளில் அதிக இழுதிறன் கொண்டதாக விளங்கும் ஒரு கரைப்பான், மற்றொரு கவர்பொருளைப் பொறுத்தவரை இழுதிறன் குறைந்ததாகச் செயல்படுவதுமுண்டு.

எனவே, இழுவிசைக் கோவைகளை எல்லாவகைக் கவர்பொருள்களுக்கும் பொதுவாய்க் கொள்வதைவிட, ஒவ்வொரு கவர்பொருளுக்கும் தனித்தனி இழுவிசைக் கோவைகளை உருவாக்கிக் கொள்வது பயனுள்ளதாகும். இழுதிறன் (eluent strength) என்ற எண், ஒரு குறிப்பிட்ட கவர்பொருளில் கரைப்பான்களின் இழுதிறனை மதிப்பிட உதவுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறினையும், கவர்பொருளையும் எடுத்துக் கொள்வோம். A, B என்ற இரு கரைப்பான்கள் இக் கவர்பொருளில், மூலக்கூறுடன் பங்கீடு அடையும் பங்கீட்டு எண்கள் K_a, K_b எனக்கொள்வோம். A, B யின் இழுதிறன்கள், முறையே, E_a F_b எனக் கொண்டால், பங்கீட்டு எண்களுக்கும் இவற்றிற்கும் உள்ள தொடர்பு, சமன்பாடு 4.1ஆல் குறிக்கப்படுகிறது.

$$\log (K_a/K_b) = A (E_b - E_a) \qquad \text{.... (4.1)}$$

இச் சமன்பாட்டில், A-ன் மதிப்பு கரைபொருளின் அளவைப் (size of the solute) பொறுத்து மாறுபடுகிறது.

வெவ்வேறு கவர்பொருள்களில், வெவ்வேறு கரைப்பான்களின் இழுதிறன்களைப் பட்டியல் 4.7 சுட்டிக்காட்டுகிறது.

பட்டியல் 4.7 (அ) ; கவர்பொருள்–அலுமினா

எண்	கரைப்பான்	ஆங்கிலப் பெயர்	இழு திறன்
1.	n-பென்டேன்	n pentane	0·00
2.	சைக்லோ எக்சேன்	cyclohexane	0·04
3.	1-பென்டீன்	1-pentene	0·08
4.	கார்பன் டெட்ரா-குளோரைடு	carbon tetrachloride	0 18
5.	கார்பன் டைசல்ஃபைடு	carbon disulphide	0·26
6.	டொலுவீன்	toluene	0·29
7.	பென்சீன்	benzene	0·32
8.	எத்தில் ஈதர்	ethyl ether	0·38
9.	குளோரோஃபாம்	chloroform	0·40
10.	எத்திலீன் டைகுளோரைடு	ethylene dichloride	0·49
11.	அசிட்டோன்	acetone	0·56
12.	டை ஆக்சேன்	dioxane	0·56
13.	எத்தில் அசிடேட்	ethyl acetate	0·58
14.	அமில் ஆல்கஹால்	amyl alcohol	0·61
15.	அசிட்டோநைட்ரைல்	acetonitrile	0·65
16.	பிரிடீன்	pyridine	0 71
17.	ஐசோபுரோப்பனோல்	isopropanol	0·82
18.	எத்தனோல்	ethanol	0·88
19.	மெத்தனோல்	methanol	0·95
20.	எத்திலீன் கிளைகால்	ethylene glycol	1·11

பட்டியல் 4.7 (ஆ): கவர்பொருள் சிலிக்கா

எண்	கரைப்பான்	ஆங்கிலப் பெயர்	இழு திறன்
1.	சைக்லோ எக்சேன்	cyclohexane	—0 05
2.	n-எப்டேன்	n-heptane	—0·01
3.	பென்டேன்	pentane	0·00
4.	கார்பன் டெட்ரா-குளோரைடு	carbon tetrachloride	0·14
5.	கார்பன் டை சல்பைடு	carbon disulphide	0·14
6.	குளோரோபென்சீன்	chlorobenzene	0·18
7.	எத்தில் பென்சீன்	ethylbenzene	0·20
8.	டொலுவீன்	toluene	0·22
9.	பென்சீன்	benzene	0 25
10.	குளோரோஃபாம்	chloroform	>0·25
11.	நைட்ரோபென்சீன்	nitrobenzene	,,
12.	எத்தில் ஈதர்	ethyl ether	,,
13.	எத்தில் அசிடேட்	ethyl acetate	,,
14.	எத்தனல்	ethanol	,,
15.	அசிட்டோன்	acetone	,,
16.	அசிட்டிக் அமிலம்	acetic acid	,,
17.	மெத்தனல்	methanol	,,
18.	பைருவிக் அமிலம்	pyruvic acid	,,
19.	தண்ணீர்	water	,,

பட்டியல் 4.7 (இ): கவர்பொருள்—ஃப்ளோரசில்

எண்	கரைப்பான்	ஆங்கிலப் பெயர்	இழு திறன்
1.	பென்டேன்	pentane	0·00
2.	கார்பன் டெட்ரா-குளோரைடு	carbon tetrachloride	0·04
3.	பென்சீன்	benzene	0·18
4.	குளோரோஃபாம்	chloroform	0·20
5.	மெத்திலீன் குளோ-ரைடு	methylene chloride	0·23
6.	எத்தில் ஈதர்	ethyl ether	0·31

பட்டியல் 4.7 (ஈ): கவர்பொருள்—கரித்தூள்

எண்	கரைப்பான்	ஆங்கிலப் பெயர்
1.	தண்ணீர்	water
2.	மெத்தனல்	methanol
3.	எத்தனல்	ethanol
4.	அசிட்டோன்	acetone
5.	n-புரொப்பனல்	n-propanol
6.	எத்தில் ஈதர்	ethyl ether
7.	எத்தில் அசிடேட்	ethyl acetate
8.	n-எக்சேன்	n-hexane
9.	பென்சீன்	benzene

[குறிப்பு: கரைப்பான் 1-ல் இருந்து 9 வரை செல்லும் பொழுது, இழுதிறன் படிப்படியாகக் கூடுகிறது.]

பட்டியல் 4.7-ல் ஒவ்வொரு பிரிவும் ஒரு குறிப்பிட்ட கவர் பொருளில் கரைப்பான்களின் இழுதிறனைச் சுட்டிக்காட்டு கின்றது. அலுமினாவில் மட்டும், பெரும்பாலான இழுதிறன் எண்கள் சரியாகக் கணிக்கப்பட்டுவிட்டன. பிற கவர் பொருள் களுக்குரிய இழுதிற எண்கள் முழுமையாகக் கணிக்கப்படா விட்டாலும், இழுதிறக் கோவைகள் (eluotropic series) ஓரளவு முறையாகத் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 4.7, பின்வரும் உண்மைகளைத் தெளிவாக்குகிறது:

(1) இழுதிறக் கோவைகள், பெரும்பாலும் கரைப்பான் களின் இருதுருவ இயக்கங்களின் வரிசையில்தான் அமைகின்றன. ஆனாலும், சில குறிப்பிட்ட கரைப் பான்களைப் பொறுத்தவரை, விதிவிலக்குகள் உண்டு.

(2) மின்துருவடைந்த கவர்பொருளைப் பொறுத்தவரை கரைப்பானின் மின்துருவத்தன்மை கூடக்கூட, அவற்றின் இழுதிறன் கூடுகிறது. ஆனால், மின் துருவற்ற கவர்பொருளைப் பொறுத்தவரை, கரைப் பானின் மின்துருவத்தன்மை கூடக்கூட, அவற்றின் இழுதிறன் குறைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, கரிப் பொடியில் மெத்தனால் ஒரு இழுதிறன் குறைந்த கரைப்பானாகும். ஆனால், பிற கவர்பொருள்களில், இது இழுதிறன் மிகுந்த கரைப்பானாகும்.

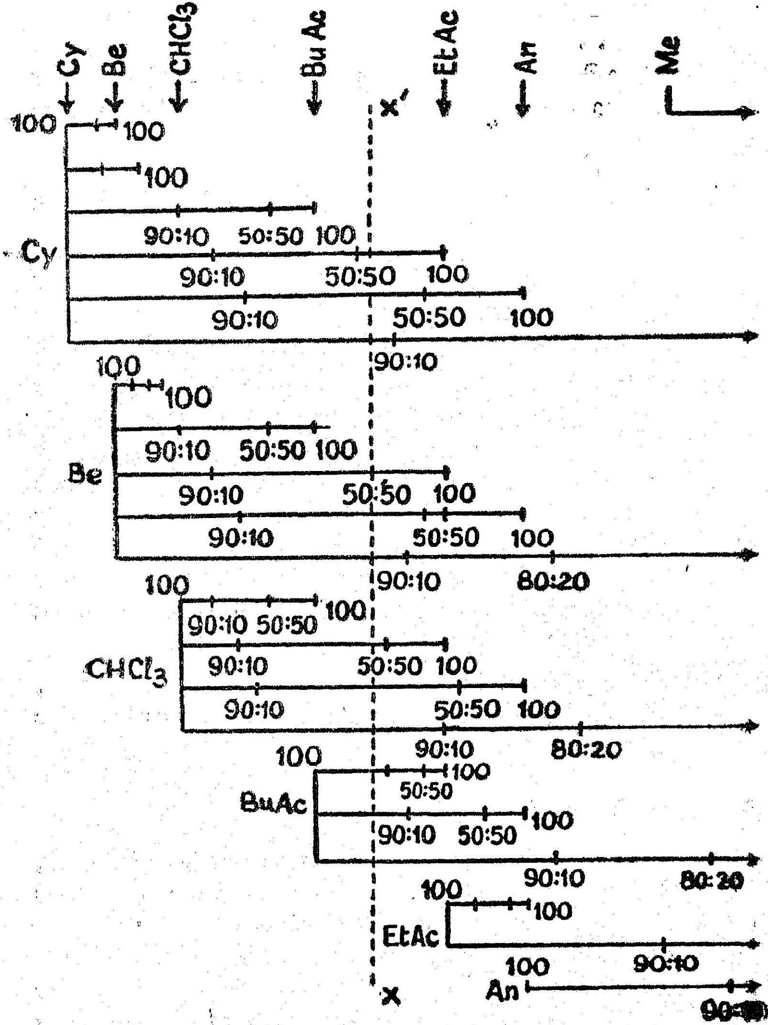
(3) மின்துருவடைந்த கவர்பொருள்களிலேயே கூட, கரைப்பான்களின் இழுதிறன் ஒரே வரிசையில் இருப்பதில்லை.

4.3.3 கலவைக் கரைப்பான்கள்

சில கலவைப் பொருள்களைப் பகுக்க முனையும்போது, மின்துருவத்தன்மை மிகச்சிறிதே வேறுபடக்கூடிய கரைப் பான்கள் தேவைப்படுகின்றன. அந்த நிலையில், வேறுபட்ட மின்துருவத்தன்மையுடைய இரு கரைப்பான்களை வெவ்வேறு விகிதத்தில் கலந்து, தேவையான மின்துருவத்தன்மையுடைய கரைப்பானைப் பெறலாம். தம் பண்புகளில் மிகச்சிறிதளவே மாறுபடக்கூடிய மூலக்கூறுகளைப் பகுத்தெடுப்பதில் இத்தகு கலவைக் கரைப்பான்கள் (mixed solvents) பெரிதும் பயன் படுகின்றன.

ஒரு குறிப்பிட்ட கரைப்பானில், ஒரு கலவையின் குவியம் அறவே பிரியாமலும், மற்றொரு கரைப்பானில் அக் கலவை

முழுமையாக நகரவும் செய்யுமானால், அந்த நிலையில் கலவைக் கரைப்பான்கள் மிகவும் பயனுள்ளவையாகின்றன.



படம் 4.8 கலவைக் கரைப்பான்கள்

(Cy = சைக்லோ எக்சேன்; Be = பென்சீன்; $CHCl_3$ = குளோரோஃபார்ம்
Bu Ac = பியூட்டில் அசிடேட்; Et Ac = எத்தில் அசிடேட்;
An = அசிட்டோன்; Me = மெத்தனால்)

படம் 4.8-ல் கலவைக் கரைப்பான்களின் மின்துருவத் தன்மை, அம்புக்குறி காட்டப்பட்டுள்ள திசையில் கூடுச்

செல்லும், X X' போன்ற ஒரு செங்குத்துக் கோட்டில் உள்ள கலவைகளின் மின்துருவத்தன்மை சமமாக இருக்கும்.

பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில், கரைப்பான்களின் பங்கும், கவர்பொருள்களின் பங்கும் பற்றி ஓரளவு ஆராய்ந்தோம். மற்றும், பலவகை மூலக்கூறுகளின் பண்புகளும், அவை பிரிக்கப்படுவதற்கு அடிப்படையாகும் எனவே, பல வகை மூலக்கூறுகளின் பண்புகளைப் பற்றி இனி ஆராயலாம்.

4.4 மூலக்கூறுகளின் பண்புகள்

வெவ்வேறு வகை மூலக்கூறுகள், நிலைப்படிவின் தளப் பரப்பில், வெவ்வேறு அளவில் கவரப்படுகின்றன. எனவே, கவர்படுதிறனின் அடிப்படையில் மூலக்கூறுகள் பகுக்கப் படுகின்றன. மூலக்கூறுகளின் கவர்படுதிறனிற்கு அடிப்படை, அம் மூலக்கூறுகளின் மின்துருவத்தன்மையே ஆகும். பண்பறி (qualitative) முறையிலும், அளவறி (quantitative) முறையிலும் மூலக்கூறுகள் பகுக்கப்படும் வேகங்கள் குறித்து விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. பண்பறி முறையில் கிடைத்த சில முடிவுகள் பின்வருவன :

(1) மூலக்கூறுகளின் மின்துருவத்தன்மை கூடக்கூட, அவை தடப்பரப்பில் நன்கு கவரப்படுகின்றன. எனவே, மின்துருவக் கவர் பொருள்களிலிருந்து இமுதிற எண் மிகுந்த கரைப்பானாலேயே அவை கவர்ந்து செல்லப்படுகின்றன. இதனால்தான், கரைப்பானின் மின்துருவத்தன்மையை மெல்ல மெல்லக் கூட்டும்போது, முதலில் அதிக மின்துருவடையாத மூலக்கூறுகளும், பின்னர் அதிக மின்துருவடைந்த மூலக்கூறுகளும் பகுக்கப்பட்டு வெளியேற்றப்படுகின்றன.

(2) கவர்பொருளின் பரப்பில், சில குறிப்பிட்ட வகையைச் சேர்ந்த மூலக்கூறுகள் நன்கு கவரப்பட்டு விடக்கூடும். அவற்றைப் பிரித்தெடுக்க, மிகுந்த இமுதிற எண் கொண்ட கரைப்பான் தேவைப்படும்.

(3) கரித்தூள் போன்ற கவர்பொருள் மின்துருவ மற்றவையாயிருப்பதால், அவற்றால் மின்துருவமற்ற பெரிய மூலக்கூறுகளை நன்கு கவரப்படுகின்றன. எனவே, இங்கே மின்துருவமற்ற கரைப்பான்களை

மூலக்கூறுகளை நன்கு கரைத்துச் செல்லும் திறன் பெற்று விளங்குகின்றன. இதனால்தான் கரித்தூளின் இழுதிறக்கோவை, மற்ற மின்துருவடைந்த கவர் பொருள்களின் இழுதிறக் கோவைக்கு எதிர்மாறாக அமைகிறது.

மூலக் கூறுகளின் பண்புகள் பற்றிய இம் முடிவுகள் ஓரளவு பயனுடையனவே எனினும், மூலக்கூறுகளின் கவர்படு திறத்தைத் தெளிவாக அளவிட்டு அறியும் ஓர் அளவீடு, குவிய நகர் வரிசையைச் சுட்டிக்காட்டவும், குவிய நகர்விலிருந்து மூலக்கூறுகளின் அமைப்பைக் கண்டறியவும் மிகுதியும் பயன்படும். இந்தகைய முறையொன்று, ஏ. ஜே பி. மார்ட்டின் (A. J. P. Martin) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இது பற்றி இனி ஆராய்வோம்.

4.4.1 கவர்படுதிறனும் மார்ட்டின் சமன்பாடும்

வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளின் கவர்படுதிறனை (solute adsorption energy, S°) பின்வருமாறு ஒப்பிடலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட தரமுள்ள அலுமினாவை எடுத்துக்கொண்டு, அதில் கொடுக்கப் பட்ட மூலக்கூறினை நேர்ம நிலையில் வைக்க வேண்டும். அதன் மீது, ஒரு குறிப்பிட்ட நகர்படிவை ஊற்றவேண்டும். நிலைப் படிவையும், நகர்படிவையும் மாற்றாமல், வெவ்வேறு மூலக் கூறுகள் பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழலை முழுமையாகக் கடக்க ஆகும் நேரத்தையோ, முழுமையாகக் கடக்கத் தேவைப்படும் நகர்படிவின் கன அளவையோ, அந்தந்த மூலக்கூறுகளின் கவர் படுதிறனுடன் தொடர்பு படுத்தவேண்டும். இந்த வகையில், வெவ்வேறுவகை மூலக்கூறுகளின் கவர்படுதிறன்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

பெருமளவுள்ள மூலக்கூறுகளின் முழுமையான கவர்படு திறத்தை ஒன்றுடன் ஒன்று ஒப்பிட்டு ஆய்வது கடினமாகும். ஆனால், ஒரு பெரிய மூலக்கூறின் கவர்படுதிறன், அதன் தனித் தனி பகுதிகளின் கவர்படுதிறனின் தொகைக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும். மூலக்கூறுகளில், ஒரே முறையில் வேதிவினை புரியும் குழுக்களை, நாம் வினைக்குழுக்கள் (functional groups) என்கிறோம். எனவே, வெவ்வேறு வினைபடு குழுக்களுக்குத் தனித்தனி கவர்படுதிறன்களை நாம் கண்டறிய முடிந்தால், அவற்றின் கூட்டுத்தொகை கவர்படு பொருளின் மொத்தக் கவர்படு திறனிற்குச் சமமாக அமையும். இம் முடிவினை, பின்வரும் சமன்பாடு குறிக்கிறது.

$$S_m = \Sigma_i S_i \quad \text{.... (4.2)}$$

இந்தச் சமன்பாட்டில், S_m என்பது மூலக்கூறின் மொத்தக் கவர்படு திறனையும், S_i என்பது தனித்தனி வினைக்குழுக்களின் கவர்படு திறனையும் குறிக்கிறது. இச் சமன்பாடு, மார்ட்டின் சமன்பாடு (Martin equation) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

பல்வேறு மூலக்கூறுகளின் கவர்படு திறன்கள் தெரிந்தால், ஏதேனும் ஒரு வினைக் குழுவிற்குக் கவர்படுதிறன் ஒன்றை வைத்துக்கொண்டு, பிற வினைக்குழுக்களின் கவர்படுதிறனை எளிதில் கணக்கிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக,

$$S_{Ar} + S_H = S_{ArH} \quad \text{.... (4.3)}$$

$$S_{Ar} + S_{NO_2} = S_{ArNO_2} \quad \text{.... (4.4)}$$

இங்கு ArH என்பது பென்சீனையும், A_rNO_2 என்பது நைட்ரோ பென்சீனையும் குறிப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். சமன்பாடு 4.4-ல் இருந்து, 4.3ஐக் கழிப்பின்,

$$S_{NO_2} - S_H = S_{ArNO_2} - S_{ArH} \quad \text{.... (4 5)}$$

$$\therefore S_{NO_2} = S_H + S_{ArNO_2} - S_{ArH} \quad \text{.... (4 6)}$$

$S_{Ar}H$, S_{ArNO_2} ஆகிய இரண்டும் ஆய்விலிருந்து பெறப்படும் அளவீடுகள் SH-ன் மதிப்பை ஊகித்துக்கொள்ளலாம். எனவே, சமன்பாடு 4.6-ல் இருந்து, நைட்ரோ குழுவின் கவர்படுதிறனை (S_{NO_2}) கணக்கிடலாம். இந்த வகையில் கணக்கிடப்படும் கவர்படுதிறன்கள், சார்புடையனவே (relative) தவிர, முழுத் தனி மதிப்புகள் (absolute values) அல்ல என்பதை மறந்துவிடக் கூடாது.

இவ்வாறு கணக்கிடப்படும் வினைக்குழுக்களின் கவர்படு திறன்கள், கவர்பொருளுக்கேற்ப மாறுபடுகின்றன. எனவே, பல்வேறு வினைக்குழுக்களின் கவர்படுதிறன்களை, ஒல்வொரு கவர்பொருளிலும், தனித்தனியே கண்டறிய வேண்டியுள்ளது.

ஒரே கவர்பொருளிலும்கூட, சில வினைக்குழுக்கள் அவை அரோமாட்டிக் (aromatic) பகுதிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் ஒருவிதமாகவும், அலிஃபாட்டிக் (aliphatic) பகுதிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் வேறு விதமாகவும் செயல்படுகின்றன. எனவே, இவ்விருவகை மூலக்கூறுகளிலும், வினைக்குழுக்களின் கவர்படுதிறன், தனித்தனியே கணக்கிடப்படவேண்டியுள்ளது.

சிலிக்கா, அலுமினா ஆகிய கவர்பொருள்களில் சில வினைக் குழுக்களின் கவர்படுதிறன்கள் பட்டியல் 4.8-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 4 8 வினைக் குழுக்களின் கவர்படுதிறன்கள்

எண்	வினைக் குழு	Reactive group	Symbol	அலிஃபாடிக்		அரோமாட்டிக்	
				Al_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	SiO_2
1.	மெத்தில்	methyl	$—CH_3$	—0·03	0·07	0·06	0·11
2.	மெத்திலீன்	methylene	$—CH_2—$	0·02	—0·05	0·12	0·07
3.	அரோமாட்டிக் கார்பன்	aromatic carbon	$—CH=$	0·31	0·25	0·31	0·25
4.	ஃபுளுரோ	fluoro	$—F$	1·64	1·51	0·11	0·15
5.	குளோரோ	chloro	$—Cl$	1·82	1·74	0·20	0·20
6.	புரோமோ	bromo	$—Br$	2·00	[illegible]	0·33	0·17
7.	அயோடோ	iodo	$—I$	2·00	1·94	0·51	0·15
8.	தயால்	thiol	$—SH$	2·80	1·70	8·70	0·67
9.	டைசல்ஃபைடு	disulphide	$—S_2—$	2·70	1·90	—	—
10.	சல்ஃபைடு	sulphide	$—S—$	2·65	2·94	0·76	0·48
11.	ஈதர்	ether	$—O—$	3·50	3·61	1·04	08·7
12.	டெர்ஷியரி அம்மீன்	tertiary amine	$—N<$	4·40	5·80	—	—
13.	ஆல்டிஹைடு	aldehyde	$—CHO$	4·79	4·79	3·35	3·48
14.	நைட்ரோ	nitro	$—NO_2$	5·40	5·71	2·75	2·27
15.	நைட்ரைல்	nitrile	$—C\equiv N$	5·00	5·27	3·25	3·33
16.	எஸ்டர்	ester	$—CO_2R$	5·00	5·27	4·02	4·18
17.	கீட்டோ	keto	$—CO—$	5·00	5·27	4·36	4·56
18.	ஹைட்ராக்சில்	hydroxyl	$—OH$	6·50	5·60	7·40	4·20
19.	பிரைமரி அமினோ	primary amino	$—NH_2$	6·24	8·00	4·41	5·10
20.	கார்பாக்சிலிக் அமிலம்	carboxylic acid	$—COOH$	21·00	7·60	19·00	6·10
21.	அமைடு	amide	$—CONH_2$	8·90	9·60	6·20	6·60

பட்டியல் 4.8 மிகப் பயனுள்ளதாகும். இதைப் பயன்படுத்தி, ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறின் மொத்தக் கவர்படுதிறனைக் கணக்கிட்டுக்கொள்ளலாம். ஒரு கலவையில் உள்ள எல்லா மூலக்கூறுகளின் கவர்படுதிறன்களையும் கணக்கிட்டுக் கொண்டால், இந்த மூலக்கூறுகள் எந்த வரிசையில் பிரிவடையும் என்பதை நாம் அறியலாம்.

அலுமினா, சிலிக்கா, ஃபுளோரசில் ஆகிய மூன்று கவர்பொருள்களிலும் கவரப்படும் அலிஃபாட்டிக், அரோமாட்டிக் வினைக்குழுக்களின் கவர்படுதிறன்களுக்கு இடையே, நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது. இந்த அடிப்படையில் அமைந்த சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி, ஒரு வினைக்குழுவின் கவர்படுதிறன் ஒரு குறிப்பிட்ட கவர்பொருளில் ஆய்வுமூலம் கண்டறியப்பட்டால், பிற கவர்பொருள்களிலும் அவ் வினைக்குழுவின் கவர்படுதிறனைக் கணக்கிட முடியும்.

மின்துருவத்தன்மை உடைய கவர்பொருளில், ஒரு மூலக்கூறின் கவர்படுதிறன் அதன் கனஅளவைப் பொறுத்துள்ளது. பெரிய மூலக்கூறுகள், அதிக இலண்டன் இழுவிசையுடன் கவரப்படுகின்றன. சிறிய மூலக்கூறுகள், குறைந்த இழுவிசையுடன் மட்டுமே கவரப்படுவதால், அவை விரைவில் நகர்ந்துவிடுகின்றன. குறிப்பாக, மின்துருவத்தன்மையற்ற கரித்தூளில் மூலக்கூறுகளின் கவர்படுதிறனுக்கும் அவற்றின் மோலார் கனஅளவிற்கும் (molar volume) உள்ள தொடர்பு நிறுவப்பட்டுள்ளது.

மேலும், பட்டியல் 4.8 கார்பாக்சிலிக் அமில வினைக்குழுவின் கவர்படுதிறன் அலுமினாவில் மிக அதிகமாக இருப்பதையும், காரவினைக் குழுக்களின் கவர்படுதிறன் சிலிக்காவில் சிறிதளவு அதிகமாக இருப்பதையும் காட்டுகிறது. அலுமினா, ஒரு காரத்தன்மையுடைய கவர்பொருள் என்பதையும், சிலிக்கா, ஒரு அமிலத்தன்மையுடைய கவர்பொருள் என்பதையும் இவ்வுண்மை மேலும் வலியுறுத்துகிறது.

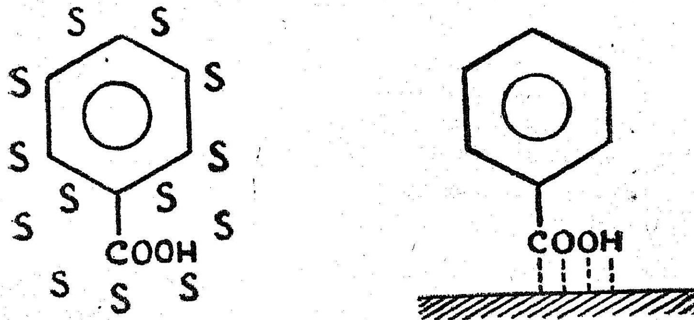
4.4.2 மார்ட்டின் சமன்பாட்டின் பயன்வரம்பு

மார்ட்டின் சமன்பாடு, முதலில் பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்பட்டு, பின்னர் பரப்புக்கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்புக்கு விரிக்கப்பட்டதாகும்.

இச் சமன்பாடு, பரப்புக்கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பில், மூலக்கூறுகளின் கவர்படுதிறனைச் சரியாகக் கணித்துச் சொல்வ

தில்லை. இதற்குக் காரணங்கள் பல. அவை விரிவாக ஆராயப்பட்டு, சரியான கவர்படுதிறனைக் காண, மார்ட்டின் சமன்பாட்டில் பல திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இவை பற்றி, இங்கு விரிவாக ஆராய வாய்ப்பில்லை. எனினும், மார்ட்டின் சமன்பாடு பொருந்தாத சில இடங்களையும், அதன் காரணங்களையும் இங்குச் சுட்டிக்காட்டலாம்.

(அ) கவர்படுபொருளின் இடநிலைப்பு (Sample localisation): ஒரு நீர்மத்தில் பென்சாயிக் அமிலத்தைக் (benzoic acid) கரைத்தால், அம் மூலக்கூறின் எல்லாப் பகுதிகளையும் கரைப்பானின் மூலக்கூறுக் தாக்கமுடியும். ஆனால், அலுமினாவின் தளப்பரப்பில், பென்சாயிக் அமிலத்தின் மூலக்கூறு கவரப்படுமானால், —COOH குழு மட்டும் அலுமினாவால் செங்குத்தாகக் கவரப்பட்டு, மற்ற —CH = வினைக்குழுக்கள் அலுமினாவின் தளப்பரப்பில் கவரப்படாமலேயே போய்விடும். படம் 4.9 இச் சூழலைச் சுட்டிக்காட்டுகிறது.



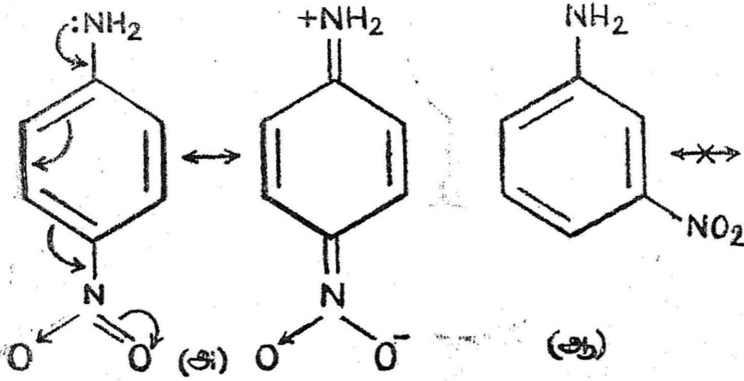
படம் 4.9 கரைதலும், பரப்புக் கவர்ச்சியும்

ஆனால், சமன்பாடு 4.8 எல்லா வினைக்குழுக்களுமே தளப்பரப்பில் கவரப்படுவதாகக் கொள்கிறது. எனவே, இவ்வாறு கவர்படுபொருள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் மட்டுமே தளப்பரப்பில் கவரப்படுவதால், மார்ட்டின் சமன்பாடு பயனற்றதாகிறது.

(ஆ) மூலக்கூற்றிடை மின்துநவ வினைவுகள்: (Intramolecular electronic effects) ஒரே மூலக்கூறில் உள்ள ஒரு வினைக்குழு மின்வழங்கியாகவும் (electron donor), மற்றொரு வினைக்குழு மின்வாங்கியாகவும் (electron acceptor) இருந்தால், அவற்றுக்கு

இடையே நிகழும் செயல்கள் (interactions), வினைக்குழுக்களின் கவர்படுதிறனைக் குறைக்கவோ அல்லது கூட்டவோ செய்கின்றன. இத்தகு நிலையிலும் மார்ட்டின் சமன்பாடு பொருந்துவதில்லை.

எடுத்துகாட்டாக, m-நைட்ரோ அனிலீனும் [படம் 4.10 (ஆ) காண்க], p-நைட்ரோ அனிலீனும் [படம் 4.10 (அ)] மார்ட்டின் சமன்பாட்டின்படி ஒரேயளவு கவர்படுதிறன் கொண்டவையாக இருக்கவேண்டும். ஆனால், உடன் இசைவு வினைவால் (resonance effect) இவற்றின் கவர்படுதிறன்கள் வேறுபடுகின்றன.

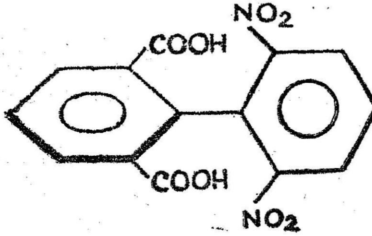


படம் 4.10 நைட்ரோ அனிலீன்களில் உடன் இசைவு

(இ) மூலக்கூற்றிடை இடநிலை வினைவுகள் (Intramolecular steric effects): ஒரு கவர்பொருளில் மூலக்கூறுகள் கவரப்படும் போது, மூலக்கூறின் பலபகுதிகளுக்கிடையே உள்ள இடநிலை வினைவுகளால் வினைக்குழுக்கள் கவர்பொருளில் கவரப்படாமல் போய்விடுகின்றன.

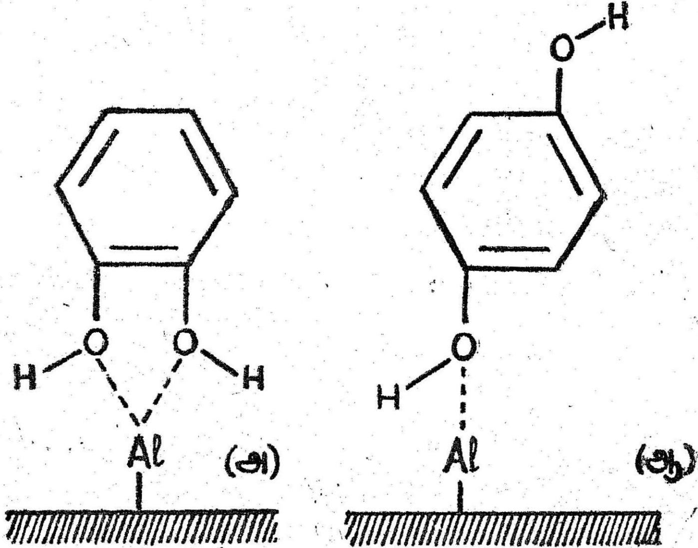
(i) மூலக்கூறுகளின் சமதள வினைவு (Sample planarity): கவர்பொருளின் பரப்பு, கிட்டத்தட்ட ஒரு சமதளமாக அமைந்திருப்பதாகக் கொள்வோம். கவரப்படும் மூலக்கூறும் ஒரு சமதள மூலக்கூறாக இருந்தால், மூலக்கூறின் எல்லாப் பகுதிகளும் கவர்பொருளில் சமமாகக் கவரப்படும். ஆனால், பிரதியிடப்பட்ட பைபினைல் (substituted biphenyl) மூலக்கூறுகளில், இடநிலைத்தடுப்பு (steric hindrance) அதிகமாகும்போது அவை தமது சமதளத்தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன (படம் 4.11 காண்க).

எனவே, இத்தகு மூலக்கூறுகளுக்கு மார்ட்டின் சமன்பாடு பொருந்துவதில்லை.



படம் 4.11 பிரதியிடப்பட்ட பைபினைல் மூலக்கூறின் அமைப்பு

(ii) இரு வினைக்குழுக்கள் ஒரே கவர்பொருள் மையத்தைத் தாக்குதல்: ஓ டைஹைட்ரிக் ஃபீனால் (o-dihydric phenol) மூலக்கூறிலுள்ள இரு –OH வினைக்குழுக்களும், ஒன்றுக்கொன்று மிக அருகில் இருப்பதால், அவை ஒரே கவர்பொருள் மையத்தை நோக்கிச் செல்லும். இதனால், அந்த மூலக்கூறு, p-டைஹைட்ரிக்ஃபீனாலைவிட வலிமையாகத் தளப்பரப்பில் கவரப்படுகிறது (படம் 4.12 காண்க). எனவே, இந்த நிலையிலும் மார்ட்டின் சமன்பாடு பொருந்துவதில்லை.



படம் 4.12 இரு குழுக்கவர்ச்சியும், ஒரு குழுக்கவர்ச்சியும்
அ: O-டைஹைட்ரிக்ஃபீனால்; ஆ: p-டைஹைட்ரிக்ஃபீனால்

இவ்வாறு, மார்ட்டின் சமன்பாடு சில சமயம் பயனற்றதாக இருப்பதற்கு மூலக்கூறுகளின் அமைப்பில் உள்ள சில நுண்மையான வேறுபாடுகளே காரணமாக அமைகின்றன.

இதுவரை, பரப்புக்கவர்ச்சிக்குழல் நிறப்பகுப்பின் அடித்தளங்களான கவர்பொருள், கரைப்பான், பகுக்கப்படும் மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு ஆகியவைபற்றி ஓரளவு ஆராய்ந்தோம். இம் முறை நல்ல பயன்தர வேண்டுமானால், வேறுசில செய்முறைத் தேவைகளையும் (practical requirements) நாம் கவனிக்கவேண்டும். அவைபற்றி மிகச் சுருக்கமாக இனிக் காண்போம்.

4.5 பகுப்புத்திறனைப் பாதிக்கும் சில பண்புகள்

கவர்பொருள், கரைப்பான், கரைபொருள் ஆகியவை தவிர, பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பின் திறனை (efficiency) பாதிக்கக்கூடிய பண்புகள் பல உள்ளன. அவற்றுள், குழலின் அளவு, கவர்பொருள் துகள்களின் அளவு (particle size), குழல்களை நிரப்பும்முறை, கரைப்பானின் நகர்வேகம் (flow rate), குழல் வெப்பநிலை, கலவைப்பொருளைக் குழலில் இடும்முறை (sample application) ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

4.5.1 குழலின் அளவு

குழலில் மிக அதிக அளவு கவர்பொருளை நிரப்பி, மிகக் குறைந்த அளவு கலவையைப் பிரித்தெடுக்க முனைந்தால், பகுப்புத்திறன் கூடலாம். ஆனால், இதனால் நேரமும், கவர் பொருளும் வீணாகும். மாறாக, குறைந்த அளவு கவர்பொருளில் கலவையைப் பகுத்தெடுப்பது கடினம். எனவே, கலவையின் எடையும், கவர்பொருளின் எடையும் 1 : 20 என்ற விகிதத்தி லிருந்து 1 : 100 என்ற விகிதத்திற்குள் இருப்பது நன்று. பொதுவாக, சாதாரண நிறப்பகுப்பில், இவ் விகிதம் 1 : 40 இருக்குமாறு கலவைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

குழலின் நீளத்திற்கும், அதன் அகலத்திற்கும் இடையே யுள்ள தொடர்புபற்றி பல கருத்து வேறுபாடுகள் உள்ளன. முன்பு, இவ் விகிதம் 5 : 1 முதல் 10 : 1 வரை இருந்து வந்தது. இப்போது பொதுவாக, 10 : 1 முதல் 100 : 1 வரை விகிதங்கள் அமையுமாறு குழல்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சில பகுப்புகளில் 100 : 1 முதல் 1000 : 1 வரையான நீள, அகல விகிதங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், இவ்வளவு நீண்ட குழல்களில் நேரச்செலவு அதிகமாகும் சதாரணமாக, 15 : 1 என்ற விகிதம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. (இங்கே, குழல் நீளம் என்பது, கவர்பொருள் நிரப்பப்பட்டுள்ள பகுதியின் நீளத்தையே குறிக்கும் என்பது வெளிப்படை).

4.5.2 துகள்களின் அளவு

கவர்பொருளானது நுண்ணிய துகள் வடிவில் இருந்தால், தகட்டுயரம் (plate height) குறையும்; எனவே, குவியப் பரவல் குறையும். இவை முன்பே கண்டோம். (பகுதி 3.5.3 ஆ) ஆனால், நுண்ணிய துகள்களைப் பயன்படுத்தும்போது, துகள்களுக்கிடையிலுள்ள இடைவெளி குறைந்து விடுவதால், நகரும்படிவு அவற்றுக்கிடையில் நகர்ந்து செல்லும் வேகம் வெகுவாகக் குறைந்துவிடுகிறது. எனவே, துகள்களின் அளவும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையினதாக அமைவதே சிறப்பாகும். துகள் அளவிற்கும், நகர்படிவின் வேகத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பைப் பட்டியல் 4·9 சுட்டிக்காட்டுகிறது.

பட்டியல் 4·9 துகள் அளவும், நகர்படிவின் வேகமும்

துகள் அளவு		நகர்படிவின் வேகம் (மி.லி./மணித்துளி)
கம்பிவலை மதிப்பு	சராசரி குறுக்களவு (மைக்ரான்)	
60 — 100	200	11,000
100 — 150	124	640
150 — 200	80	400
200 — 325	59	190
—	40	80
—	20	20
—	10	5

[குறிப்பு : மைக்ராட் = 10^{-4} செ.மீ.
மணித்துளி = minute.]

பொதுவாக, குழல் நிறப்பகுப்பில் 80 — 200 கம்பிவலை (mesh) அளவுள்ள கவர்பொருள்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதைவிட மென்மையான கவர்பொருள் துகள்கள், மென்படிவு நிறப்பகுப்பில் (thin-layer chromatography) பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

4.5.3 குழல்களை நிரப்பும் முறை

குழல்களை நிரப்பும்முறை, நிறப்பின் திறனைப் பெரிதும் பாதிக்கும் என முன்பு கருதப்பட்டது. ஆனால், இப்போது, வெவ்வேறு முறைகளில் குழல்களை நிரப்பினால், குழல் செம்மையாக நிரப்பப்பட்டால், நிரப்பு முறையானது பகுப்புத் திறனைப் பாதிப்பதில்லை எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. பொதுவாக, உலர்முறை (dry method) அல்லது ஈர முறையில் (wet method) குழல்கள் நிரப்பப்படுகின்றன.

(அ) உலர் நிறப்பு முறை: இம் முறையில், கண்ணாடிக் குழலில், கவர்பொருள் சிறிதுசிறிதாக இடப்பட்டு, ஒரு சிறு கண்ணாடிக் குச்சியால் மெதுவாக இறுக்கப்படுகிறது. கண்ணாடிக் குழலை உள்ளங்கையில் மெதுவாகத் தட்டியும். விரலால் சுண்டியும் கவர்பொருள் இறுக்கப்படுவதுமுண்டு. கவர்பொருள் சிறிது சிறிதாக இடப்பட்டு நிரப்பப்பட்ட பின், குழலினுள் இழுபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படும் கரைப்பான் ஊற்றப்படுகிறது. கவர்பொருளின் மட்டத்தைவிட சற்று அதிகமாகக் கரைப்பானின் மட்டம் இருக்கும்படி பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

(ஆ) ஈர நிறப்பு முறை: இம் முறையில், முதலில் கவர் பொருளும், கரைப்பானும் (முதன்முதல் இழுபொருளாகப் பயன்படும் கரைப்பான்) நன்றாகக் கலக்கப்பட்டு, ஒரு குழம்பு (slurry) தயாரிக்கப்படுகிறது. அடுத்து, இது குழலில் ஊற்றப் படுகிறது. இவ்வாறு, படிப்படியாகக் குழல் நிரப்பப்படுகிறது.

குழல்களை நிரப்ப, மற்றோர் எளிய நிரப்பு முறையும் கையாளப்படுகிறது. இம் முறையில், கரைப்பான் முதலில் கண்ணாடிக் குழலில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. ஒரு புனல் வழியாகக் கவர்பொருள் மேலிருந்து சிறிது சிறிதாகக் கொட்டப்படுகிறது. ஒவ்வொரு முறையும், கையால் தட்டுவதாலும் சுண்டுவதாலும், கவர்பொருள் நன்கு படிந்து விடுகிறது. குழல் நிரம்பியபின், அதிகமாக உள்ள கரைப்பான் வெளியேற்றப்படுகிறது.

எவ்வகையில் குழலை நிரப்பினாலும், கவர்பொருளில் இடைவெளி இல்லாமலும், கவர்பொருள் திறந்தவெளியுடன் அதிக நேரம் தொடர்புகொண்டு, நீரைக் கவர்ந்து கொள்ளாமலும் பார்த்துக்கொள்வது இன்றியமையாததாகும்.

4.5.4 கரைப்பானின் நகர்வேகம்

கரைபொருளின் நகர்வேகங்களில் ஏற்படும் சிறிய மாறுதல்கள், பெரும்பாலும், பகுப்புத்திறனைப் பாதிப்பதில்லை. ஆனால், மிக அதிக வேகமோ அல்லது மிகக் குறைந்த வேகமோ, குவிபப்பரவலை ஊக்குவிக்கக்கூடும். எனவே, 5 மி.மீ./மணித்துளி அல்லது அதையொட்டிய நகர்படியின் வேகம் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

4.5.5. குழல் வெப்பநிலை

குழலின் வெப்பநிலை, குவிபங்களின் நகர் வேகத்தையும் குவியங்களின் பரவலையும் வெவ்வேறு விதங்களில் பாதிக்கிறது. எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் பகுக்கப்படமுடியாத கலவை, மற்றொரு வெப்பநிலையில் பகுக்கப்படலாம். பகுப்பின் போது மூலக்கூறுகள் வேதியின புரிபாமல் தடுக்கவும், கரைப்பானின் இழுதிறத்தைக் குறைக்கவும், குறைந்த வெப்பநிலைகளில் சிறப்பகுபபு நடத்தப்படுகிறது.

ஆனால், குறைந்த வெப்பநிலையில் கரைப்பானில் கரையாத கரைபொருள்களைப் பிரித்தெடுக்க, சற்று அதிக வெப்பநிலையில் சிறப்பகுப்பு நிகழ்த்தப்படுகிறது.

4.5.6 கலவைப் பொருளை இடும்முறை

குழல் சிறப்பகுப்பில் பகுக்கப்படவேண்டிய கலவையை, முதலில் பயன்படுத்தவேண்டிய இழுபொருளில் கரைத்து, நிலைப்படியின் உச்சியில் ஊற்றுவதே வழக்கமாகும். இதில் ஒரு முக்கியமான உண்மையை மறந்துவிடக்கூடாது. குறிப்பிட்ட கரைப்பானில், கலவை முழுமையாகக் கரைந்துவிட வேண்டும். முழுமையும் கரையாத கலவையைக் குழலில் ஊற்றிவிட்டால், கரையாதபகுதி கவர்பொருளின் மேற்பரப்பை மூடிக்கொள்ளும். மேலும், கலவையிலுள்ள பொருள்கள் வெவ்வேறு நேரத்தில் கரைந்து நகர்ந்து வருவதால், குவிபங்கள் தெளிவாகப் பகுப்படாமலேயே போய்விடக்கூடும்.

இதுவரை, பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் சிறப்பகுப்பு பற்றிய பல அடிப்படை உண்மைகளை நாம் விரிவாக ஆராய்ந்தோம். சிறப்பகுப்பு ஆய்வுகளைச் செய்யும் முறைபற்றியும், அவற்றின் பயன்களைப்பற்றியும் இனி நாம் ஆராயலாம்.

4.6 முன் ஆய்வுக் குழல்கள் (Testing Columns)

குழல் நிறப்பகுப்பு முறை இன்று பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. பகுக்கப்படவேண்டிய பொருளின் அளவிற்கேற்ப, குழலின் அளவு, கவர்பொருளின் அளவு, கரைப்பான்களின் அளவு ஆகியவற்றைக் கூட்டிக்கொள்ளலாம். ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையைச் செம்மையாகப் பகுக்கவேண்டுமானால், தகுந்த கவர்பொருள், கரைப்பான் ஆகியவற்றை முதலில் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும். இதற்குப் பெரிய தயாரிப்புக் குழல்களை (preparative columns) பயன்படுத்தினால், காலமும் பொருளும் வீணாகும். எனவே, தகுந்த கரைப்பானையும் கவர்பொருளையும் தேர்ந்தெடுக்க, எளிய விரைவான இரண்டு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

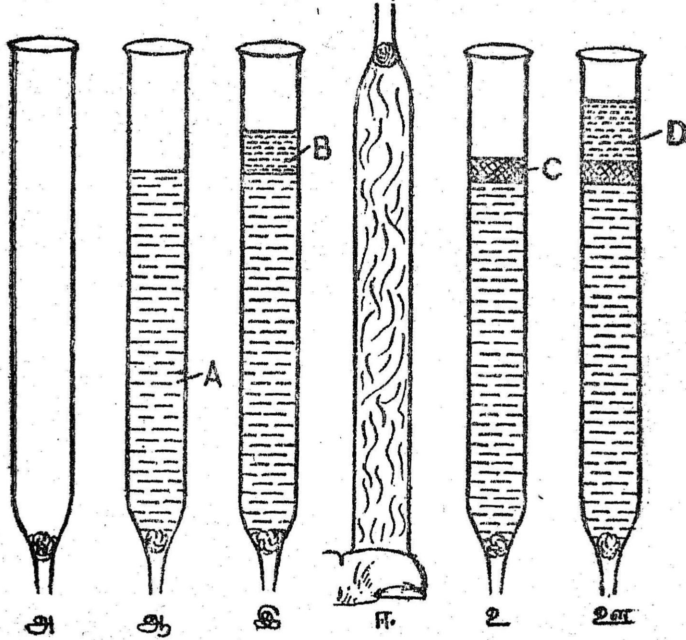
4.6.1 மென்படலத் தாள் முறைகள்

குழல் நிறப்பகுப்பைவிட மென்படிவு நிறப்பகுப்பு விரைவாகச் செய்து முடிக்கக்கூடிய முறையாகும். எனவே, மென்படிவுப் பகுப்பு முறையில் தகுந்த கரைப்பானையும், கவர்பொருளையும் முதலில் தேர்ந்தெடுக்க முனையலாம். பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பில், இம் முறை மிகச்சிறப்பாகப் பயன்படுகிறது. மேலும், தாள் நிறப்பகுப்பும் முன்பு குழல் நிறப்பகுப்புக்குரிய கவர் பொருளையும், கரைப்பானையும் தேர்ந்தெடுக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டது.

ஆனால், மென்படிவு, தாள் நிறப்பகுப்புகள், பங்கீட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டனவே தவிர, பரப்புக் கவர்ச்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டனவல்ல. எனவே, இம் முறைகளைப் பரப்புக்கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பின் முன்ஆய்வுகளாக ஏற்றுக் கொள்ள முடியாது. மென்படிவில், தண்ணீர் நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தப்படுவதால், கவர்பொருளின் தரம் நமக்குத் தெரியாது. மென்படிவு முறையில் பயன்படுத்தப்படும் கரைப்பான்கள், குழல் முறைக்குத் தேவையானதைவிடச் சற்று அதிக மின் துருவத்தன்மை உடையனவாயிருக்கும். எனவே, இம் முறைகளை நம்பி, தயாரிப்புக் குழல்களை உருவாக்குவதைவிட, நுண் நிறப்பகுப்புக் குழல்களை (micro chromatographic column) உருவாக்கி, அவற்றின் மூலம் கவர்பொருளின் தரத்தை நிர்ணயிப்பதோடு, கவர்பொருளையும் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்வது பயனுள்ளதாகும்.

4.6.2 நுண் நிறப்பகுப்புக் குழல்களைத் தயாரித்தல்

முதலில், 9 செ. மீ. நீளமும், 2 கன செ.மீ. (cc) கொள்ளளவுமுள்ள உறிஞ்சுகுழலை (pipette) எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். அதன் கீழ் நுனியினுள் சிறிதளவு கண்ணாடி இழைகளைச் (glass wool) செலுத்தி, ஒரு சிறு கண்ணாடிக் குச்சியின் (glass rod) துணையால் அடைக்கவேண்டும் [படம் 4.13 (அ) காண்க]. அதனுள் கிட்டத்தட்ட 6 செ.மீ. உயரம் வரை, கவர்பொருளைச் சிறிது சிறிதாகக் கொட்டி நிரப்பவேண்டும் [படம் 4.13 (ஆ)] அடுத்து, இழு பொருளாகப் பயன்படுத்தவிருக்கும் முதல் கரைப்பானை நிரப்பவேண்டும் [படம் 4.13 (இ)]. குழலின்மேல் நுனியைக் கைவிரலால் மூடிக்கொண்டு, அதைத் தலைகீழாகச் சாய்த்து நன்கு குலுக்கவேண்டும் [படம் 4.13 (ஈ)]. பின்னர்,



படம் 4.13 நுண் நிறப்பகுப்புக் குழலைத் தயாரிக்கும் முறை

A. கவர்பொருள்; B. கரைப்பான், C. கலவை; D. இழு பொருள்

குழலை நிமிர்த்தி, குழலின் உட்புறச் சுவரில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் கவர்பொருளையும் இழு பொருளால் கழுவிவிட வேண்டும். அதன்பின், கவர்பொருள் பரப்பின்மீது மேலும் சிறிதளவு கண்ணாடி இழைகளை வைக்கவேண்டும் [படம்

4.13 (உ)]. அதன்மீது, சிறிதளவு இழுபொருளை ஊற்றிவைத்தால், நமக்குத் தேவையான நுண் நிறப்பகுப்புக் குழல்கள் கிடைத்துவிடுகின்றன [படம் 4.13 (ஊ)]. ஆய்வுகள் முடியும் வரை, இந்த நுண் குழல்களின் மேற்புறம் காய்ந்துவிடாமல் பார்த்துக்கொள்ளவேண்டும்.

4.6.3 கவர்பொருளின் தரநிர்ணயம்

கவர்பொருளின் தரநிர்ணயத்திற்குப் (grading) புரோக்மன் முறை எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதை முன்பு கண்டோம் (பகுதி 4.2). அங்குச் சாதாரண குழலைப் பயன்படுத்தி, தரத்தைக் காணும் முறை விளக்கப்பட்டது. நுண்குழல்களைப் பயன்படுத்தி. புரோக்மென் முறையில் தரத்தை இன்னும் எளிதாகவும், விரைவாகவும் மதிப்பிடலாம். ஒரு நுண்குழலின் மொத்த கன அளவு 1·4 — 1·6 க.செ.மீ. மட்டுமே இருக்கும் ஆதலால், இம் முறையில் பொருள் விரயமும் குறைகிறது. நுண்குழலைப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர, முன்பு விவரிக்கப்பட்ட புரோக்மென் முறைக்கும் இதற்கும் வேறுபாடில்லை.

4.6.4 கவர்பொருளையும், கரைப்பானையும் தேர்ந்தெடுத்தல்

முன்பு குறிப்பிட்ட ஆய்வுக் குழல்களையே, தகுந்த கவர் பொருளையும் கரைப்பானையும் தேர்வு செய்யவும் பயன்படுத்தலாம். கவர்பொருளை நிரப்பி, கரைபொருளை ஓரளவு வடிய விட்டபின், கலவையை கவர்பொருள் பரப்பின்மீதுள்ள கண்ணாடி இழைகளின்மேல் வைத்து, கரைப்பானை ஊற்ற வேண்டும். இழுதிறன் குறைந்த கரைப்பானை முதலிலும், படிப்படியாக இழுதிறன் மிகுந்த கரைப்பான்களையும் ஊற்றி, ஒவ்வொரு முறையும் கீழேவரும் இழுவைக் கரைசலைப் (effluent) பகுத்து எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். வெளிவரும் இழுவைக் கரைசலில் உள்ள கரைபொருள்களைப் பின்வரும் முறைகளில் ஏதேனும் ஒன்றைக் கொண்டு கண்டறியவேண்டும்; அவற்றின் வண்ணம், அவற்றுடன் வண்ணமூட்டக்கூடிய பொருள்களைச் சேர்த்தல், uv-ஒளி, ஒளி உமிழ்வு (phosphorescence), மென்படிவு நிறப்பகுப்பு, மூலக்கூறுகளின் பிற இயல் அல்லது வேதிப் பண்புகள்.

ஒரு குறிப்பிட்ட கரைப்பானில், குறிப்பிட்ட கரைப்பான்களை ஊற்றும்போது, ஒரு கலவையானது தனித்தனி குவியங்களாக வெவ்வேறு இழுவைப்பகுதிகளில் பிரிந்துவிட்டால், அந்த கவர்பொருளையும் கரைப்பான்களையும், பெரிய அளவு பகுப்பிற்கும் பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம்.

4.7 செய்முறை வழிகள்

நிறப்பகுப்பு, மிக விரைந்து வளர்ந்து வரும் ஒரு பகுப்பு முறையாகும். இம் முறையை நன்கு பயன்படுத்திக்கொள்ள, கோட்பாட்டு அறிவுடன் நல்ல செயல்திறனும் தேவை. ஒவ்வொரு நிறப்பகுப்பு முறையிலும் புதிய செய்முறைகளும், புதிய கருவிகளும் கையாளப்படுகின்றன. அவ்வப் பகுதிகளில் அவற்றை நாம் விரிவாக ஆராயலாம். இங்கு, பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்புக் குழல்களில் பயன்படுத்தப்படும் சில செய்முறை வழிகளையும் (practical techniques), கருவியமைப்புகளையும் காணலாம்.

4.7.1 நிறப்பகுப்புக் குழல்கள்

நிறப்பகுப்புக் குழல்கள் பெரும்பாலும் கண்ணாடியால் செய்யப்படுகின்றன. ஆனால், சில சமயங்களில் உலோகத்தால் செய்யப்பட்ட குழல்கள், கண்ணாடிக் குழல்களைவிட உறுதியானவை. ஆனால், பல வண்ணக் குவிபங்களாகக் கலவை பிரிந்து வருவதை கண்ணாடிக் குழல்களில் தெளிவாகக் காண்பதைப்போல், உலோகக் குழல்களில் காண முடியாது.

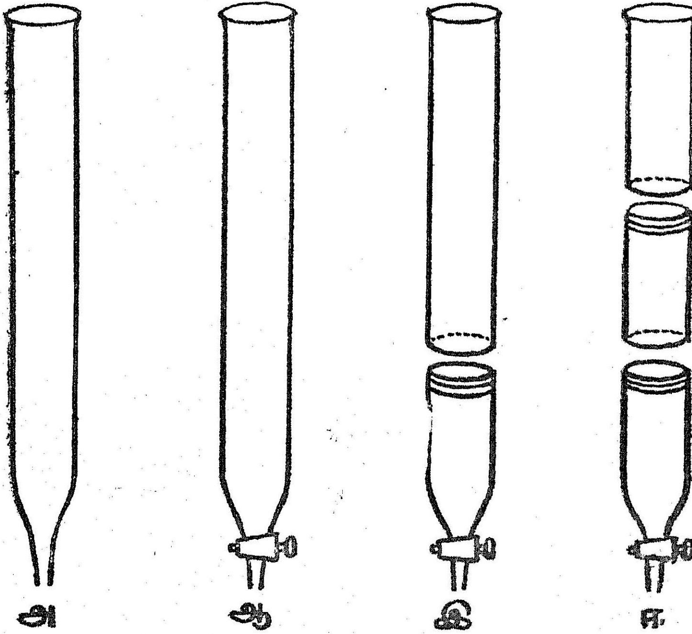
பகுக்கப்படவேண்டிய கலவையின் அளவைப் பொறுத்து, குழல்களின் அளவும் மாறுபடும். பொதுவாகப் பயன்படுத்தப் பட்டு வரும் பல்வேறு குழல்களும், அவற்றின் அளவுகளும், அவை ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய அலுமினாவின் அளவும் பட்டியல் 4.10-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 4.10: நிறப்புக் குழல்களின் அளவுகள்

அலுமினாவின் எடை (கிராம்)	குழல் உள் விட்டம் (மி மீ.)	பயன்படு உயரம் (மி. மீ.)	குழல் திறப்பின் விட்டம் (மி மீ.)
1	8	110	3
2	10	130	3
4	13	160	4
8	14	200	4
15	20	250	4
30	25	300	6
60	32	400	6
125	40	500	6
250	50	600	8
500	65	750	8

பட்டியல் 4·10-ல் பயன்படு நீளம் என்பது கவர்பொருள் நிரப்பப்படும் பகுதியின் நீளத்தைக் குறிக்கும். குழல் நீளத்தில் பாதியளவையே கவர்பொருள் நிரம்பியிருக்கும் வகையில், குழலின் மொத்த நீளம் அமையவேண்டும்.

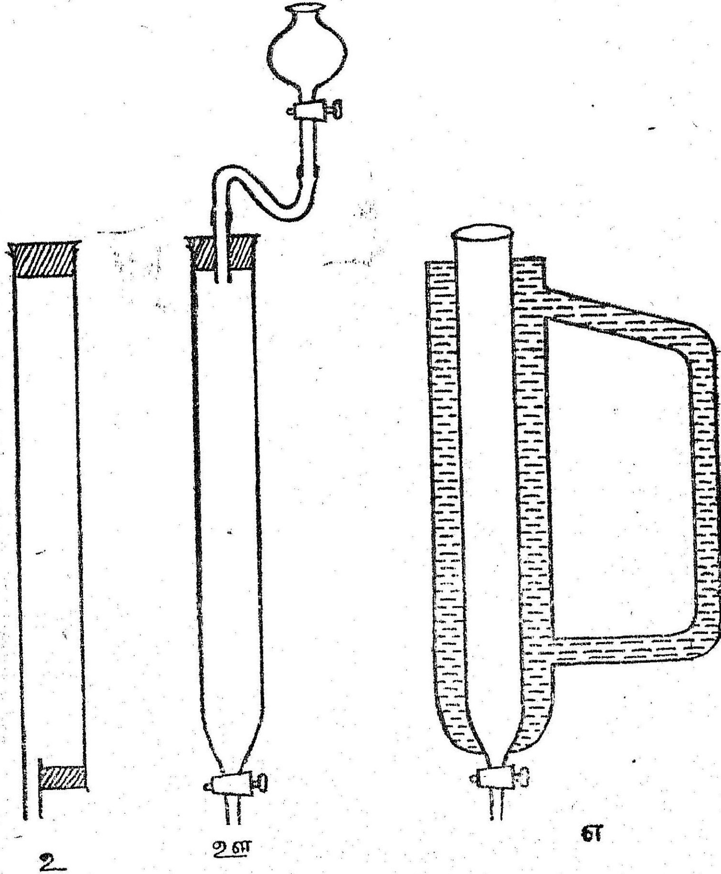
பலவகை நிறப்பகுப்புக் குழல்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. அவற்றுள் சிலவற்றைப் படம் 4.14 சுட்டிக் காட்டுகிறது. [4.14 (அ)] எளியவகையான ஓர் ஆய்வுக் குழலாகும். முன்ஆய்வுக் குழல்கள் தயாரிக்கவும், சில சமயங்களில் எளிய பண்பறி பகுப்பாய்வு முறைகளுக்கும்கூட, இது பயன்படுத்தப் படுகிறது. இக் குழலில், அடிப்பகுதியில் நீர்மம் விழும் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது.



படம் 4.14 நிறப்பகுப்புக் குழல்களின் வகைகள்

படம் 4.14 (ஆ)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள குழலில், இக் குறை தவிர்க்கப்பட்டுள்ளது. திறப்பானைத் திறந்தும் மூடியும், இழு பொருளின் நகர்வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்த முடியும். இவ்வகைக் குழல்களே இன்று பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அ, ஆ ஆகிய இருவகைக் குழல்களிலும், நிலைப்படிவான துகள்ப் படிவுடன் வெளியேறாமல் தடுக்கக் கண்ணாடி இழைகள்

குழல்களின் கீழ்ப்பகுதிகளில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் பெரிய குழல்களில், கண்ணாடி இழைகள் நிலைப்படிவை முழுமையாகத் தடுத்து நிறுத்தமுடியவில்லை. எனவே, குழலின் அடிப்பகுதியில் நுண்துளைத் தகடுகள் வைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகைக் குழல்களில், ஆய்வுக்குப்பின் கவர்பொருளை வெளியேற்ற வழியில்லை.



படம் 4·14 (எ) நிறப்பகுப்புக் குழல்களின் வகைகள்

இவ்விரு குறைகளையும், படம் 4·14 (இ)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள குழல் நீக்குகிறது. குழலின் மேற்பகுதியை, அடிப்பகுதியிலிருந்து திருகிக் கழற்றிவிடலாம். எனவே, குழலின் மேற்பகுதியிலுள்ள கவர்பொருளை வெளியேற்றுவது எளிதாகிறது.

குழலின் கீழ்ப்பகுதியில், நுண்துளைத் தகடுகளை (perforated discs) வைத்துக்கொள்ளலாம். சில சமயங்களில், நுண்துளைத் தகடுகளில் உள்ள துளைகளைக் கவர்பொருள் மூடிவிடுவதால், இழுபொருள் நகரமுடியாமல் போவதுண்டு. எனவே, நுண்துளைத் தகட்டிற்குப் பதிலாக, வடிதாள்களைத் தடுப்பான்களாகப் பயன்படுத்தலாம்.

பரப்புக்கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில், கரைபொருள்களை நகர்படிவுடன் வெளியேற வைத்துப் பகுக்கும் முறையே (elution method) பெரும்பாலும் கையாளப்படுகிறது. சில ஆய்வுகளில், குவியங்களாகக் கவர்பொருளில் பிரிந்தவுடன், கவர்பொருளைக் குழலிலிருந்து அப்படியே வெளியில் எடுத்து, குவியங்களைப் பிரிக்கும் வெளியேற்று முறையும் (extrusion) பயன்படுத்தப்படுகிறது. பல பகுதிகளையுடைய குழல்கள் [படம் 4·14, (ச)] இவ்வகைப் பகுப்பில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

இதுவரை விளக்கப்பட்டுள்ள குழல்களில் தடுப்புப் பொருளுக்கும், திறப்பானுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி அதிகமாக இருக்கும். இதனால், இப் பகுதியில் இழுவைப்பொருள் தங்கி குவியங்கள் இங்கு மீண்டும் கலந்துவிடுவதுண்டு. இக் குறையைத் தவிர்ப்பதற்கென்று உருவாக்கப்பட்ட குழல் படம் 4·14, (உ)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

சில சூழ்நிலைகளில், இழுவையின் நகர்வேகம் மிகக் குறைவாக இருக்கலாம். நகர்வேகத்தை அதிகரிக்க, குழலின் மேற்பகுதியில் காற்றழுத்தத்தை அதிகரிக்கலாம். அல்லது, நகர்படிவை வேறொரு கொள்கலத்தில் வைத்து, அதைப் பகுப்புக் குழலுடன் இணைத்து, அழுத்தத்தை அதிகரிக்கலாம். [படம் 4·14, (ஊ)] இவ்வகைக் குழல் ஒன்றின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது.

ஆய்வக அறையின் வெப்பநிலையில் பகுக்கப்படமுடியாத கலவையை, சற்று அதிக வெப்பநிலையில் பகுக்க இயலும். வேறொரு வெப்பநிலையைப்பெற, பகுப்புக் குழலைச் சுற்றிக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு நீர்மத்தைச் செலுத்தலாம் [படம் 4·14, (எ) காண்க.]

இவ்வாறு, தேவைக்கேற்பப் பல புதுவகைக் குழல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

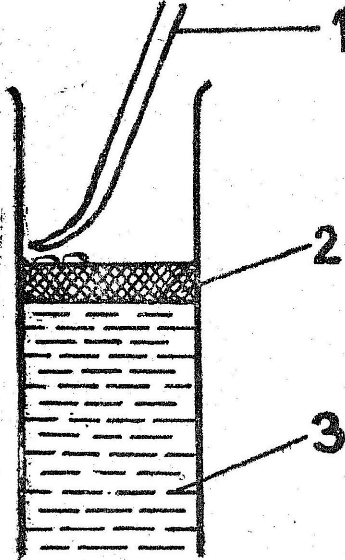
4.7.2 குழல் அமைப்பு

பகுப்புக் குழல்களில் கவர்பொருளை நிரப்பும் முறைகள் முன்பே விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளன (பகுதி 4.5 காண்க).

கவர்பொருள் நிரப்பப்பட்டபின், அதன் மேற்பரப்பு காய்ந்து விடாமல் பார்த்துக்கொள்ளவேண்டும். வட்டவடிதாள், பொடி மணல், கண்ணாடி இழைகள் ஆகியவற்றால் கவர்பொருளின் மேற்பரப்பில் எப்போதும் நகர்படிவு இருப்பதும் அவசிய மாகும்.

4.7.3 கலவையை இடும் முறை

கலவை, நகர்படிவில் முற்றும் கரைக்கப்பட்ட பின்பே பரப்புக்கவர்ச்சிக் குழலில் ஊற்றப்படவேண்டும் என்று முன்பே சுட்டிக்காட்டப்பட்டுள்ளது (பகுதி 4.5 காண்க) கூடியவரை ஒரே சீராகப் பரவி நிற்கும் வகையில் கலவை ஊற்றப்பட வேண்டும். வளைந்த நுனியுடைய சிறு உறிஞ்சு குழலில் (bent pipette) கலவையை எடுத்து, குழலின் உச்சியில் அதன் உட்புறத்தைத் தொட்டபடி பிடித்துக்கொண்டு, கலவையை மெதுவாக வழியவிட வேண்டும். சிறிதளவு நகர்படிவைப் பயன்படுத்திக் கலவையைக் கழுவியும் விடலாம். படம் 4.15 இம் முறையை விளக்குகிறது.



படம் 4.15

கலவையை இடும் முறை

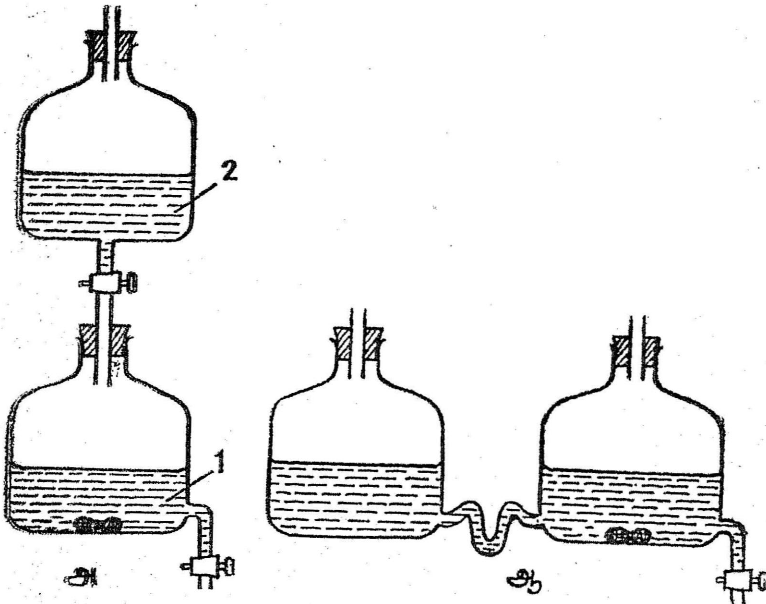
1. வளை உறிஞ்சு குழல்
2. தடுப்பான்
3. கவர்பொருள்

4.7.4. இழுவை முறைகள்

ஒரு குறிப்பிட்ட கரைப்பானால் கலவையை மேலும் பகுக்க வியலாது என்பதை உறுதி செய்துகொண்டபின்பே, அடுத்த கரைப்பானைப் பயன்படுத்த வேண்டும். கரைப்பான்களை அவற்றின் மின் துருவத் தன்மை கூடும் வகையில் படிப்படியாக மாற்றவேண்டும்.

குவியமையத்திற்குப் பின்னால் வரும் பகுதி, குவியத்தைவிட மெதுவாக நகர்வதால், குவிய வால்நீட்சி (tailing effect) ஏற்படுகிறது எனக் கண்டோம். நகர்படிவின் மின்துருவத்தன்மை தொடர்ந்து கூடிக்கொண்டே வந்தால், குவிய மையத்தின் பிற்பகுதி வேகமாக நகரத் தொடங்கும். எனவே, வால்நீட்சி குறையும் ; குவியங்கள்

நன்கு பகுக்கப்படும். இவ்வாறு நகர்படிவின் மின் துருவத் தன்மையைத் தொடர்ந்து கூட்டிக்கொண்டே போகும் முறைக்கு, தொடர்மாற்ற முறை (gradient elution) என்று பெயர். இம் முறையில் இரு வெவ்வேறு மின்துருவத்தன்மையுடைய கரைப்பான்கள், நேர் தொடர்மாற்ற முறையிலோ அல்லது படித் தொடர்மாற்ற முறையிலோ கலக்கப்படுகின்றன. இதற்குத் தேவையான கருவியமைப்புகளைப் படம் 4·16 காட்டுகிறது.



படம் 4·16
தொடர் மாற்ற முறையில் கரைப்பான்களின் கலவையைப் பெறுதல்
அ. படித் தொடர் மாற்ற முறை; ஆ. நேர் தொடர் மாற்ற முறை.
(1– மின் துருவத்திறன் குறைந்த கரைப்பான் 2–மின் துருவத்திறன் மிகுந்த கரைப்பான்)

4.7.5 இழுபொருள்களைச் சேகரிக்கும் முறை

கலவைப்பொருள்கள் வெவ்வேறு வண்ணக் குவியங்களாக வெளிவந்தால், அவற்றைத் தனித்தனியே பிரித்தெடுப்பது எளிதாகும். ஆனால், பரப்புக்கவர்ச்சிக் குழல்களில் பகுக்கப் படும் பல மூலக்கூறுகள் நிறமற்றவை. எனவே, இவற்றைப் பகுத்தெடுக்க முனையும்போது, இழு பொருளில் ஒரு குறிப்பிட்ட

நேரத்தில் எந்த மூலக்கூறு வெளியே வந்துகொண்டு இருக்கிறது என்பதை நம்மால் அவ்வப்போதே கண்டுகொள்ள முடியாது. எல்லாக் குவியங்களும் ஒரே வண்ணமுடையவையாய் இருக்கும்போதும், இந்த நிலையே உருவாகிறது.

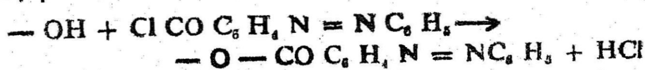
இத்தகைய சூழல்களில், இழு பொருளை, ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுக்கு ஒருமுறையோ, ஒரு குறிப்பட்ட அளவு நேரத்திற்கு ஒருமுறையோ தனித்தனியாகச் சிறு குடுவைகளிலோ அல்லது ஆய்வுக் குழாய்களிலோ முறையாகச் சேகரித்துக்கொண்டு, அவற்றைத் தனித்தனியே ஆராயவேண்டும். இவ்வாறு, இழு பொருள் கலவைகளைத் தனித்தனியே சேகரிக்க, பலவகையான தானியங்கிக் கருவிகள் (automatic instruments) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

4.7.6 பகுக்கப்பட்ட குவியங்களைக் கண்டறியும் முறைகள்

நிறப்பகுப்பு என்பது, கலவைகளை நிறத்தின் அடிப்படையில் பகுப்பது என்ற பொருள் தருகிறது. முதன் முதலில் இம்முறையில் பகுக்கப்பட்ட கலவைகள், வண்ணத்தின் அடிப்படையிலேயே பகுக்கப்பட்டன. இன்றும் கூட, பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களில் பகுக்கப்படும் சில கலவைகள், வெவ்வேறு நிறங்களையுடைய சேர்மங்களையுடையனவாக விளங்குகின்றன. இவற்றை, குழலில் பகுக்க முனையும்போது, அவை வெவ்வேறு நிறமுள்ள கரைசல்களாகக் கீழே இறங்குகின்றன. எனவே, வண்ணத்தின் அடிப்படையில் அவற்றைப் பகுத்து விடலாம்.

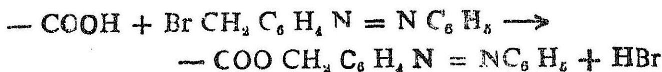
ஆனால், இன்று பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களில் பகுக்கப்படும் பெரும்பாலான கலவைகள் நிறமற்றவை. இவற்றைப் பகுக்கும் முறைகளை இங்குச் சுருக்கமாக ஆராய்வோம்.

(அ) வண்ணக் கலவையாக மாற்றுதல்: வண்ணமற்ற கலவைகளில் உள்ள மூலக்கூறுகளைப் பகுப்பதற்கு முன், அவற்றை வேதியியல் வினைகளில் ஈடுபடுத்தி, வண்ணப் பொருள்களாக மாற்றலாம். இப்புதிய வண்ண மூலக்கூறுகளைப் பகுப்பது எளிதாகும். எடுத்துக்காட்டாக, நிறமற்ற கார்போஹைட்ரேட்டுகளை, அவற்றிலுள்ள ஹைட்ராக்சைடு வினைக்குழுவுடன் பின்வருமாறு வினைபுரிய வைப்பதால், வண்ணமுள்ள எஸ்ட்டர்களாக மாற்றலாம்.



$$-OH + Cl\,CO\,C_6H_4\,N = N\,C_6H_5 \longrightarrow -O-CO\,C_6H_4\,N = NC_6H_5 + HCl$$

ஆல்டிஹைடுகளை, அவற்றின் 2,4-டைனைட்ரோபீனைல் ஹைடிரசோன்களாக (2,4-dinitrophenyl hydrazone) மாற்றி, அவற்றைப் பகுக்கலாம். அமிலங்களைப் பின்வரும் வினைப்படி நிறமுள்ள எஸ்டர்களாக மாற்றலாம்:



$$-COOH + Br\,CH_2\,C_6\,H_4\,N = N\,C_6\,H_5 \longrightarrow -COO\,CH_2\,C_6\,H_4\,N = NC_6\,H_5 + HBr$$

(ஆ) நிறங் காட்டிகளைச் சேர்த்தல்: சில நிறங்காட்டிகள் (indicators) குறிப்பிட்ட வகை மூலக்கூறுகளுடன் வேதிவினை புரியும் போது, அவற்றின் நிறங்கள் மாறுகின்றன. கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகளைக் கண்டறிய, இப் பண்பைப் பயன்படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக, இரும்பு (III) குளோரைடு ($FeCl_3$) ஃபீனால்களுடன் (phenols) கூடி, பல வண்ணங்களைத் தரும். கவர்பொருளுடன் இரும்பு (III) குளோரைடைக் கலந்து, பகுப்புக் குழலில் நிரப்பி, ஃபீனால் கலவையைப் பகுக்க முனையும்போது, ஃபீனால்கள் வண்ணக் குவியங்களாக நகர்வதைக் காணலாம்.

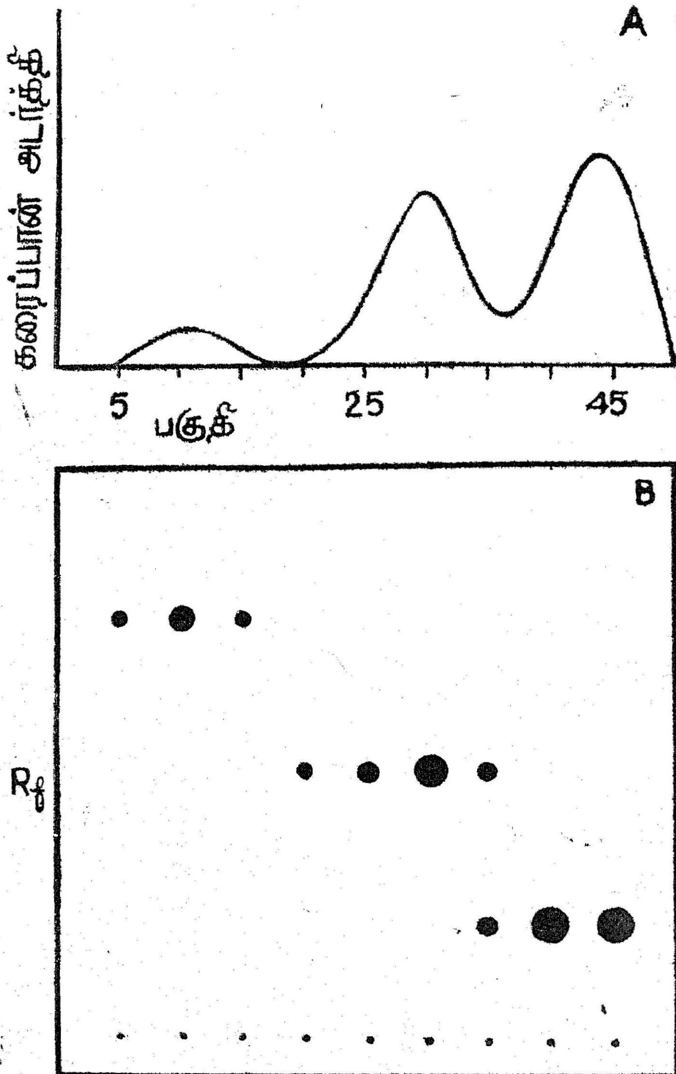
மேலும், அமினோ அமிலங்கள் பகுக்கப்பட்டுள்ள குழலில் தாமிர அசிட்டேட்டை ஊற்றினால், அமினோ அமிலங்கள் உள்ள பகுதிகள் மட்டும் நீல நிறமாகக் காட்சியளிக்கும்.

இத்தகு நிறங்காட்டிகள் பலவற்றைப் பற்றி, மென்படல நிறப்பகுப்பு முறையை ஆராயும்போது, நாம் விரிவாகக் காண்போம்.

(இ) புறஊதா ஒளியைப் பயன்படுத்துதல்: சிலவகை மூலக்கூறுகள், புறஊதா ஒளியை (ultraviolet light) ஏற்று, தாமாகவே ஒளிரத் தொடங்கும். இத்தகைய மூலக்கூறுகளை உடைய கலவைகள் பகுக்கப்படும் குழலில் புற ஊதா ஒளியைப் பாய்ச்சினால், அம் மூலக்கூறுகள் உள்ள பகுதிகள் மட்டும் ஒளிர்வதைக் காணலாம்.

ஒளிரும் தன்மையுடைய மூலக்கூறுகளை ஒளிரவிடாமல் செய்யும் சில மூலக்கூறுகளும் உண்டு. பிந்திய வகை மூலக்கூறுகளைப் பகுக்கும் போது, கவர்பொருளுடன் ஓர் ஒளிரும் சேர்மம் (fluorescent compound) நிறங்காட்டியாகச் சேர்க்கப்படுகிறது. குழலில் ஒளிராத பகுதிகள், பகுக்கப்பட்டுள்ள மூலக்கூறுகள் உள்ள பகுதிகளாகும்.

(ஈ) **பிற இயற்பியல் பண்புகள் :** இது வரை விளக்கப்பட்ட முறைகள், நிறத்துடன் தொடர்பு உடையன. ஆனால், பல



படம் 4.17

A: கலவையின் இயற்பண்புகளைக் கொண்டு பகுத்தல்.
B: மென்படல நிறப்பகுப்பு

கலவைகளைப் பகுக்கும் போது, அவற்றை எவ்வகையிலும் நிறத்துடன் தொடர்பு படுத்த முடியாது இந்தக் குழலில், இழுபொருளை முன்னர் குறிப்பிட்டபடி வரிசையாகச் சேர்த்து வைத்துக் கொண்டு கலவையின் இயற்பண்புகளை ஆராயலாம். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு கரைப்பானின் ஒளி விலக்க எண் (refractive index) அதில் கரைந்துள்ள கரைபொருளின் அளவைப் பொறுத்து மாறும்.

மற்றும், கரைப்பானை ஆவியாக்கி நீக்கிவிட்டு, கரை பொருளின் எடையை மட்டும் அளவிடலாம். இம் முறையில், இழு பொருள் உள்ள குழாய்களில் உள்ள கலவைகளை வரிசையாக ஆராய்ந்தால், வரை படம் 4.17 (A)-வைப் போன்ற ஒரு வரை படம் கிடைக்கும். 45 ஆய்வுக் குழாய்களில் கலவையின் பகுதிகளிருந்தால், எல்லாக் குழாய்களையுமே நாம் இவ்வாறு ஆராயவேண்டியதில்லை. 5, 10, 15, 20... போன்று, ஒவ்வொரு ஐந்தாவது குழாயையும் எடுத்துக்கொண்டு ஆராய்வதன் மூலமே இத்தகு வரைபடத்தைப் பெறலாம். எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட கலவை மூன்று குவியங்களாகப் பிரிந்துள்ளது என்பதைப் படம் 4.17 (A) தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

(உ) மென்படல நிறப்பகுப்பு: குழல்களில் பகுக்கப்பட்ட நிற மற்ற கலவைகளைக் கண்டறியும் மிக எளிய முறை இதுவே யாகும். இம் முறையைப் பற்றி நாம் விரிவாகத் தனி அத்தியாயத்தில் பிறகு ஆராய்வோம். படம் 4.17 (A)-வுடன் தொடர்புடைய கலவையின் மென்படலப் பகுப்பு, படம் 4.17 (B)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்விரு முறைகளின் முடிவுகளை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதன்மூலம், எந்தெந்த ஆய்வுக் குழாய்களில் தனித்த கரைபொருள் மூலக்கூறுகள் உள்ளன என்பதைத் தெளிவாக அறியலாம்.

4·8 : பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களின் பயன்கள்

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களின் பயன்கள் மிகப்பல. இம் முறையில், வேவ்வேறு வகை வினைக் குழுக்களையுடைய மூலக் கூறுகளைப் பகுப்பது மிக எளிதாகும். ஒரே வகையான வினைக் குழுக்களை உடைய ஓரினவரிசை (homologous series) மூலக் கூறுகள் பலவும் இம் முறையில் பகுக்கப்பட்டுள்ளன.

இம் முறையில், கரைப்பான்களைப் படிப்படியாக மாற்றுவதும், தொடர்மாற்று முறையில் ஒரே சீராக மின்துருவத் தன்மையை வளரச் செய்வதும் எளிதாகும். குழல்களை

மாற்றியும், கரைப்பானின் பண்புகளை மாற்றியும், சிறிய அல்லது அதிக அளவுள்ள கலவைகளை இம் முறையில் பகுக்கலாம்.

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களில் எத்தகைய மூலக்கூறுகளைப் பகுக்கலாம் என்பது, பயன்படுத்தப்படும் கவர்பொருளைப் பெரிதும் சார்ந்துள்ளது (பட்டியல் 4·11 காண்க).

பட்டியல் 4·11 கவர்பொருள்களும், பகுபடும் கலவைகளும்

எண்	கவர்பொருள்	கலவைகள்
1.	அலுமினா	ஸ்டீரால்கள் (sterols), வண்ணங்கள் (dyes), வைட்டமின்கள், ஆல்கலாய்டுகள் (alkaloids), கனிமச் சேர்மங்கள் (inorganic compounds).
2.	சிலிக்காஜெல்	ஸ்டீரால்கள், அமினோ அமிலங்கள்.
3.	கார்பன்	பெப்டைடுகள், கார்போஹைட்ரேட்டுகள், அமினோ அமிலங்கள்.
4.	மெக்னீசியா	அலுமினாவைப்போன்ற பயன்கள்.
5.	மெக்னீசியம் சிலிக்கேட்	ஸ்டீரால்கள், எஸ்டர்கள், கிளிசரைடுகள்.
6.	கால்சியம் கார்பனேட்	கேரோட்டினாய்டுகள் (carotenoids), சான்தோஃபில்கள் (xanthophylls).
7.	ஸ்டார்ச் கால்சியம்	என்சைம்கள், புரோட்டீன்கள், பாலிநியூக்ளியோடைடுகள் (polynucleotides).
8.	பாஸ்பேட்	என்சைம்கள்.

4·9 ஆய்வுகள்

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பு முறையை அடிப்படையாகக் கொண்ட இரு எளிய செய்முறைப் பயிற்சிகள் அடுத்தப்பக்கத்தில் தரப்பட்டுள்ளன. இவற்றைச் செய்து பார்ப்பதும், மேலும் பல ஆய்வுகளை நாமே உருவாக்கிச் செயல்படுத்துவதும் பயனுள்ளதாகும்.

4.9.1 பெர்மாங்கனேட்டையும், டைக்ரோமேட்டையும் பகுத்தெடுத்தல்

1·5 — 2·0 செ.மீ. விட்டமுள்ள ஒரு பிறப்பகுப்புக் குழலில் 0·5M நைட்ரிக் அமிலத்தை எடுத்துக்கொண்டு, குழலில் 15 செ.மீ. உயரம்வரை அலுமினாவை நிரப்பவேண்டும். பிறகு, மேலும் 25 மி.லி. கரைப்பானை ஊற்றி, அதைக் கீழே வழியவிட வேண்டும்.

0·02M பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டையும், 0·016 M பொட்டாசியம் டைக்ரோமேட்டையும் சம பருமனளவு கலந்து, அக் கலவையில் 10 மி.லி. அளவைக் குழலின் மேற்பரப்பில் ஊற்றவேண்டும். அடுத்து, 0·5 M நைட்ரிக் அமிலத்தை ஊற்றி, ஊர்படிவை ஒரு மணித்துளிக்கு 2 மி.லி. வேகத்தில் வெளியேற விடவேண்டும்.

பொட்டாசியம் டைக்ரோமேட் குழலின் மேற்பகுதியில் தங்கிவிடும். பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கீழிறங்கி வரும். பெர்மாங்கனேட்டின் நிறத்தைக் கொண்டு, அதைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து விடலாம். பின்னர், 1 M கந்தக அமிலத்தைக் கரைப்பானாகப் பயன்படுத்தி, பொட்டாசியம் டைக்ரோமேட்டை வெளிக் கொணரலாம்.

பிரித்தெடுத்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுடன் தரம் தெரிந்த அதிக அளவு (known excess) ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடுக் கரைசலை ஊற்றி, எஞ்சியுள்ள ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடைத் தரம் தெரிந்த பெர்மாங்கனேட்டுடன் (standard permanganate, 0·02 N) பின்வழி சேர்க்கை (back titration) செய்ய வேண்டும்.

% பெரஸ் அம்மோனியம் சல்பேட்டை இடைக் கரைசலாகப் (link solution) பயன் படுத்தி, பொட்டாசியம் டைக்ரோமேட்டின் அளவைக் கண்டறியலாம்.

4.9.2 சல்ஃபேட்டிலிருந்து குளோரைடைப் பகுத்தல்

கரைப்பானைப் பயன்படுத்தாமல், கலவையையே கவர் பொருளில் தொடர்ந்து ஊற்றிப் பகுத்தலை, முன்னிலைப் பகுத்தல் (frontal analysis) எனலாம். பின்வரும் ஆய்வு இம் முறையை விளக்குகிறது. மேலும், வண்ணமற்ற கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுத்தப்படும் வழியொன்றையும் இந்த ஆய்வு சுட்டிக் காட்டுகிறது.

முந்திய ஆய்வில் குறிப்பிட்ட அளவுள்ள பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழலை, 0.5M நைட்ரிக் அமிலத்தைக் கரைப்பானாகப் பயன் படுத்தித் தயாரிக்க வேண்டும். திறப்பான் வழியே வெளிவரும் கரைப்பானில் குளோரைடு அயனிகளும், சல்ஃபேட் அயனி களும் இல்லை என்பதை உறுதி செய்து கொள்ள வேண்டும்.

75 மி.லி. அளவுள்ள 2·0 M ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், 75 மி.லி. அளவுள்ள 1·0 M கந்தக அமிலமும் சேர்த்து, ஒரு கலவையைத் தயாரித்துக்கொள்ளவேண்டும். இக் கலவையைச் சிறிதுசிறிதாக, குழலின் மேலிருந்து ஊற்றி, இழு பொருள் மணித்துளிக்கு 2 மி.லி. வேகத்தில் நகருமாறு திறப்பானைத் திறந்து விடவேண்டும்.

கலவையை ஊற்றிய பிறகு, 2 மி.லி. இழு பொருள் வீதம், வரிசையாக ஆய்வுக்குழாயில் சேகரிக்க வேண்டும். பின்னர், ஒவ்வோர் ஆய்வுக் குழாயில் உள்ள கலவையையும் இரு பகுதி களாகப் பிரித்துக் கொண்டு ஒரு பகுதியில் குளோரைடு உள்ளதா என்பதை வெள்ளி நைட்ரேட் சேர்த்தும், மற்றொரு பகுதியில் சல்ஃபேட் உள்ளதா என்பதைப் பேரியம் குளோரைடுச் சேர்த்தும் கண்டறிய வேண்டும்.

இவ்வாறு, எத்தனை மி.லி. கரைப்பான் வெளிவந்தபின், குளோரைடு வரத் தொடங்கியது என்பதையும், அடுத்து, எத்தனை மி.லி.க்குப் பின், சல்ஃபேட் வரத் தொடங்குகிறது என்பதையும் இந்த ஆய்விலிருந்து அறியலாம்.

5. பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு

முன் அத்தியாயத்தில், பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல் நிறப்பகுப்பு பற்றி விரிவாக ஆராய்ந்தோம். பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு, மற்றொரு பயனுள்ள நிறப்பகுப்பு முறையாகும். இம் முறை, சில குறிப்பிட்டவகை மூலக்கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. செய்முறையைப் பொறுத்தவரை, பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களுக்கும், பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடுகள் மிகக் குறைவாகும்.

தாள் நிறப்பகுப்புக்கும் (paper chromatography) செல்லுலோஸ் பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்புக்கும் (cellulose partition column chromatography) உள்ள நெருங்கிய தொடர்பு, முன்னதைப் பகுப்பாய்வுக்காகவும் (analytical method), பின்னதைத் தயாரிப்புக்காகவும் (preparative method) பயன்படுத்த வழி செய்கிறது.

5·1 பங்கீடும், பரப்புக் கவர்ச்சியும்

பங்கீட்டு முறையில், நிலைப்படிவு, நகரும் படிவு ஆகிய இரண்டும் நீர்மங்களாகும். இரு நகரும் படிவுகளுக்கிடையே மூலக்கூறுகள் பங்கிடடையும் முறையே, பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பின் அடிப்படையாகும்.

பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பில், நிலைப்படிவு திண்மமாகவும், நகரும்படிவு நீர்மமாகவும் அமைகிறது. எனவே, இம் முறையில் ஒரு குழலில் நிலைப்படிவான திண்மத்தை அடைத்து வைத்து, நகரும் படிவை மேலிருந்து ஊற்றுவதன்மூலம் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்க முடிகிறது.

ஆனால், பங்கீட்டுக் குழல் முறையில் நாம் நீர்ம நிலைப்படிவை ஒரு குழலில் ஊற்றிவைத்து, நகரும் நீர்ம நிலைப்படிவை அதன் ஊடே நகர்ந்து செல்ல வைக்கமுடியாது. இங்குதான், பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கும் பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடு நன்கு வெளிப்படுகிறது.

பங்கீட்டுக் குழல்களை அமைப்பதற்கு ஓர் எளிய வழி, நிலைப் படிவை ஒரு திண்மத் தாங்கியில் (solid support) நிலையாக இருக்க வைத்து, நகர்படிவை அதன் வழியே நகரவைப்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக, சிலிக்காவின் தளப்பரப்பில் தண்ணீர் நன்றாகக் கவரப்படுகிறது. இவ்வாறு தண்ணீர் கவரப்பட்டுள்ள சிலிக்காவை, ஒரு குழலில் நிரப்பிவைத்தால், தண்ணீர் சிலிக்காவின் தளப்பரப்பை மூடிநின்று, நிலைப்படிவாகச் செயல்படத் தொடங்குகிறது. சிலிக்காவின் தளப்பரப்பில் கவரப்பட முடியாத வேறொரு கரைப்பான், நகரும் படிவாகச் செயல்படுகிறது. இவ்விரு நீர்மங்களுக்கிடையில் கரைபொருள் பங்கீடடைந்து பகுக்கப்படுகிறது. இதுவே, பங்கீட்டுக் குழல் நிறப் பகுப்பின் அடிப்படையாகும்.

5·2 தாங்கிகள்

தாங்கிகள் (supports), பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பின் முக்கியத் தேவையாகும். ஒரு பயனுள்ள தாங்கி, பின்வரும் பண்புகளை உடையதாக இருக்கவேண்டும்:

(அ) தாங்கி, பெரும் பரப்பைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் அது நிலைப்படிவு நீர்மத்தை முழுமையாகக் கவர்ந்துகொண்டு, நீர்ம நிலைப்படிவின் மூலக்கூறுகள் நகர்படிவோடும் கரைபொருளோடும் நன்கு செயலாற்றத் துணைசெய்யும்.

(ஆ) நகரும் படிவுடனோ அல்லது கரைபொருளுடனோ, தாங்கியின் தளப்பரப்பில் எப் பகுதியும் நேரடி வினையில் ஈடுபடக்கூடாது.

(இ) தாங்கியால் நிரப்பப்பட்ட குழல், நிலையானதாகவும் (stable), ஒருபடித்தானதாகவும் (homogeneous) அமையவேண்டும்.

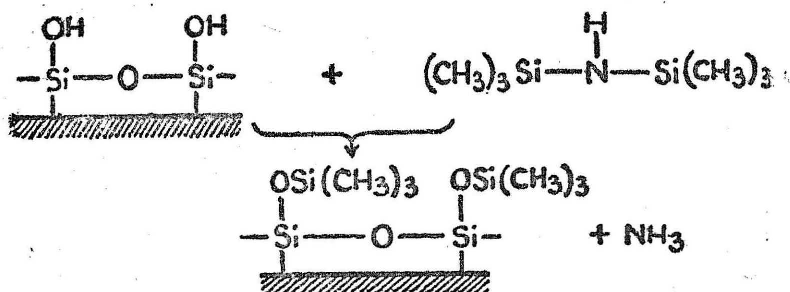
(ஈ) நிலைப்படிவையும் தாங்கியையும் கலந்து, குழலை அமைப்பது எளிதாக இருக்கவேண்டும்.

(உ) நகர்படிவு நகர்ந்து செல்லும் வேகத்தை, தாங்கி தடுத்துக் குறைத்துவிடக்கூடாது.

இவற்றுள், இரண்டாவது பண்பு, ஒவ்வொரு தாங்கிக்கும் அடிப்படைத் தேவையாகும். ஆனால், ஒரு தாங்கி இப் பண்பை அடைவது, அல்லது, இப் பண்பை உடைய தாங்கியின் முழுப் பரப்பையும் நிலைப்படிவு மூடிவிட்டாலும்கூட, தாங்கியின்

எஞ்சிய பரப்புக்கவர்ச்சித் திறன் சில சமங்களில் செயல்படுகிறது. எனினும், ஒரு திண்மத்தின் பரப்புக்கவர்ச்சித் திறன் மட்டுமே, அஃது ஒரு தாங்கியா அல்லது கவர்பொருளாகச் செயல்படும் நிலைப்படிவா என்பதைத் தீர்மானிக்கிறது. எனவே, பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பில் பரப்புக்கவர்ச்சி முடிந்தவரை குறைக்கப்படுகிறது. இந்த அடிப்படையிலேயே தாங்கிகள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன.

சில சமயங்களில், சில குறிப்பிட்ட வகை மூலக்கூறுகளைக் கொண்டு, தாங்கியின் இயக்கமையங்கள் (active centres) செயலற்றவையாக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சிலிக்காவின் பரப்பில் உள்ள சில ஹைட்ராக்சில் குழுக்கள், பின்வரும் வகையில் வலுவிழக்கச் செய்யப்படுகின்றன.



படம். 5. 1. இயக்க மையங்கள் செயலற்றனவாக மாற்றப்படுதல்

தாங்கியில் உள்ள துகள்களின் அளவு (particle size) மிகவும் குறைந்துவிட்டால், நகர்படிவின் நகர்வேகம் வெகுவாகக் குறைந்துவிடும். மாறாக, துகளளவு அதிகமாக இருந்தால், தாங்கியின் துகள்களுக்கிடையிலுள்ள இடைவெளி பெருகி, கரைபொருள் நிலைப்படிவுடன் தொடர்பு கொள்ளாமலேயே நகர்ந்துவிடக்கூடும். எனவே, பொதுவாக, தாங்கியின் அளவு 30—200 கம்பிவலை எண் (mesh) இருக்கவேண்டும்.

பயனுள்ள சில தாங்கிகளைப்பற்றியும், அவற்றை உருவாக்கும் முறைபற்றியும் இனி ஆராய்வோம்.

5.2.1. சிலிக்கா களிமம்

பங்கீட்டுக் குழல்களில் பயன்படுத்தப்படும் சிலிக்கா துகள்களின் அளவு ஒரே சீராக இருக்கவேண்டும். அப்போதுதான்

முறையான ஒருங்கமைந்த பகுப்புக் குழல்களைத் தயாரிக்க முடியா; அக் குழல்களின் பண்புகளும் ஒரே தன்மை யுடையனவாய் அமையும். முன்பு குறிப்பிட்டதுபோல, 30—200 கம்பிவலை எண் உள்ள துகள்களே பங்கீட்டுக் குழல்களில் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கடைகளில் கிடைக்கும் சிலிக்கா களிமத்தின் துகள் அளவு தெரியாவிட்டால், அதை இரு சல்லடைகளுக்கிடையில் சலித்து எடுத்தால், அச் சல்லடைகளின் கம்பிவலை எண்களுக்கு இடையில், துகள் களின் அளவு அமையும்.

இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் சிலிக்கா களிமம் (silica gel) 50-75% தண்ணீரைத் தன் பரப்பில் கவர்ந்து கொள்ளும் திறன் வாய்ந்ததாக அமையும். பொதுவாக, தண்ணீர் அல்லது நிலைக் கரைசல்களே (buffer solutions) சிலிக்காவில் நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு கிராம் சிலிக்கா களிமம், கிட்டத்தட்ட 0·6 கிராம் தண்ணீர் அல்லது நிலைக்கரைசலை உட்கவரும் திறன் வாய்ந்ததாகும்.

பெரும்பாலும், சிலிக்கா களிமம் பின்வருமாறு தயாரிக்கப் படுகிறது. சோடியச் சிலிக்கேட், தண்ணீர், பனிக்கட்டி ஆகியன சம அளவில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு, அவை நன்கு கலக்கப் படுகின்றன. இந்தக் கலவை நன்கு கலக்கப்பட்டுக்கொண்டு இருக்கும்போது, அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் (con HCl) சிறிது சிறிதாக ஊற்றப்படுகிறது. அப்போது, சிலிக்கா களிமம் வீழ்படிவாகத் (precipitate) தோன்றுகிறது. இந்த வீழ்படிவை வடித்தெடுத்து, 3% ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் 2 அல்லது 3 நாள்கள் வைக்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில், சிலிக்கா களிமத்தில் இரும்பும் இருப்பதுண்டு. அப்போது, 3% ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கொதிக்க வைப்பதன்மூலம், இரும்பு கரைக்கப்பட்டு, நீக்கப்படுகிறது. பின்னர் சிலிக்கா களிமம் வடித் தெடுக்கப்பட்டு. வடிநீர் (filtrate) அமிலத்தன்மையை இழக்கும் வரை தண்ணீரால் கழுவப்படுகிறது. அடுத்து, மெத்தனலை (methanol) ஊற்றிக் கழுவி, 110 120°C வெப்பநிலையில் சிலிக்கா களிமத்தைக் காய வைக்கவேண்டும்.

பரப்புக்கவர்ச்சியில் பயன்படுத்தும் சிலிக்காவின் தரத்தைக் குறைத்து, அதனுடன் தேவையான அளவு தண்ணீரைச் சேர்த்து, பங்கீட்டுக்கு ஏற்ற சிலிக்கா களிம்பாக மாற்றலாம் (பின்னால் பார்க்கவும்).

எவ்வளவு சிறப்பாகத் தயாரித்தாலும், சிலிக்கா களிமங் களின் பரப்புக்கவர்ச்சித் திறனை முழுமையாகக் குறைக்க

முடிவதில்லை. எனவே, இந்தத் தாங்கியில் நிகழ்த்தப்படும் ஆய்வுகளின் முடிவுகள் ஒரே சீராக அமைவதில்லை. எனவே, பங்கீட்டுக் குழல்களில், சிலிக்கா களிமத்தைத் தவிர வேறு சில பரப்புக் கவர்ச்சித் திறன் குறைந்த தாங்கிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

5.2.2. கீசல்கர்

பங்கீட்டுக் குழல்களில் பயன்படுத்தப்படும் மற்றொரு தாங்கி. கீசல்கர் (kieselguhr) ஆகும். சாதாரணமாக, இதுவும் பல அளவுள்ள துகள் வடிவில்தான் கிடைக்கிறது. சிலிக்காவைப் போலவே, இதையும் இரு வேறு கம்பிவலை எண்களுடைய சல்லடைகளில் சலித்தெடுக்கலாம். சில சமயங்களில், இதிலும், இரும்பு போன்ற பொருள்கள் கலந்திருக்கக்கூடும். இப்பொருள்களை நீக்கி, சிலிக்கா களிமத்தைத் தூய்மைப்படுத்தியதைப் போலவே, கீசல்கரையும் தூய்மைப்படுத்தவேண்டும்.

கலவைப் பொருள்களை, கீசல்கர், பரப்புக்கவர்ச்சியால் ஈர்ப்பதில்லை. ஒரு கிராம் கீசல்கர், 0·8 கிராம்வரை தண்ணீரைக் கவர்ந்துகொள்ளும் திறமுடையது. எனவே, நகர்படிவிற்கும் நிலைப்படிவிற்கும் இடையேயுள்ள விகிதம் மிகக் குறைந்துவிடுகிறது. இதனால், கலவை நன்கு பங்கீடடையும் வாய்ப்பு உருவாகிறது. எனவே, மேற்கூறிய பண்புகள், கீசல்கரின் பயனை மிகுதிபடுத்துகின்றன.

மாற்றுப் பங்கீட்டுக் குழல்களிலும் (Reversed partition columns) கீசல்கர் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது (அடுத்த பகுதியில் காண்க).

சீலைட் (celite) என்பது. கீசல்கரைப் போன்ற பண்புகளையுடைய மற்றொரு கவர்பொருளாகும்.

5.2.3. செல்லுலோஸ் தூள்

செல்லுலோஸ் தூள் (cellulose powder), பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கென்ற தனியாகத் தயாரிக்கப்பட்டு, விற்பனைக்குக் கிடைக்கிறது. இதை, நேரடியாகப் பங்கீட்டுக் குழல்களில் நிரப்பிப் பயன்படுத்தலாம். நிலைப்படிவாகிய தண்ணீரைக்கூட, இதில் ஊற்றி இடையீடடையச் செய்யவேண்டிய அவசியமில்லை,

செல்லுலோஸ் குழல்களின் பெருஞ்சிறப்பு, அவற்றுக்கும் செல்லுலோஸ் தாள் நிறப்பகுப்புக்கும் உள்ள தொடர்புதான்.

தாள் நிறப்பகுப்பில், குறைந்த அளவுள்ள கலவைகளையே பிரித்தெடுக்க முடியும். எனவே, அதிக அளவு கலவையைக் கையாள வேண்டியிருக்கும்போது, குழல்களைப் பயன் படுத்துவது சிறப்பாக அமைகிறது. மேலும், அளவறி ஆய்வு களிலும் (quantitative estimation) குழல்முறை, தாள் முறையை விடத் துல்லியமானதாக விளங்குகிறது. இவ்விரு நிறப்பகுப்பு களிலும், செல்லுலோஸ் தாங்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதால், தாள் முறையிலிருந்து எளிதாக, அதே நிலைப்படிவு நகர் படிவுகளைக் குழல்முறைக்கு மாற்றிக்கொள்ள முடிகிறது.

தாள் முறையிலும், குழல் முறையிலும் செல்லுலோஸ் பயன்படுத்தப்படுவதால், அவற்றுக்கிடையே வேறுபாடு ஏதுமில்லை என்று வாதிட முடியாது. தாளில், செல்லுலோஸ் இழைகள் (fibres) ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் ஒழுங்காக இணைந்துள்ளன. ஆனால், குழல்களில் நிரப்பப்பட்ட செல்லுலோஸ் துகள்கள் ஒழுங்கான வகையில் அமைவதில்லை. குழல் முறையில், கலவை பகுக்கப்படும் முன்பே, நிலைப்படிவு தாங்கியில் இணைந்து நிற்கும்படி செய்யப்படுகிறது. ஆனால், தாள் முறையில், நிலைப்படிவும் நகர்படிவும் ஒரே நேரத்தில் தாங்கியின் மீது நகர்கின்றன. இத்தகு வேறுபாடுகள் இவற்றின் பகுப்புத் திறன்களில் ஏற்படும் சில சிறிய வேறுபாடுகளுக்குக் காரணமாக அமைகின்றன.

பங்கீட்டு முறையில், செல்லுலோஸ் பெரும்பாலும் ஒரு தாங்கியாகவே பயன்படுகிறது. ஆனால், இதற்கும் சிறிதளவு பரப்புக்கவர்ச்சித்திறன் (adsorptive power) உண்டென்பது நன்கு நிலைநாட்டப்பட்டுள்ளது. செல்லுலோஸின் குளுக்கோஸ் பகுதி களில் உள்ள ஹைட்ராக்சில் குழுக்களின் மின்துருவத் தன்மையே, செல்லுலோஸ் தாங்கியின் பரப்புக்கவர்ச்சித் திறனிற்குக் காரணம் என ஊகிக்கலாம். இக் குழுக்களிலுள்ள புரோட்டான்கள், சில சமயங்களில் அயனி இடமாற்றிகளாகப் (ion-exchangers) பயன்படுகின்றன. குழல், தாள் ஆகிய இரண் டிற்கும் இக் குறை பொதுவானதாகும்.

அண்மையில், தாள் நிறப்பகுப்பில் சில குறைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, நகர்படிவிற்கும் நிலைப்படிவிற்கும் இடையேயுள்ள விகிதம் மிக அதிகமாக உள்ளது.

பல வடிவங்களில் செல்லுலோஸ் கிடைக்கிறது. சாம்பலற்ற ashless) செல்லுலோஸ் துகள்களே பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கு

ஏற்றவை. செல்லுலோஸ்களைப்போலவே ஸ்டார்ச் துகள்களும் சில சமயங்களில் பங்கீட்டுக் குழல்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5.3 நிலைப்படிவும், நகர்படிவும்

பங்கீட்டு எண்களே, பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பில் கலவைகளின் பகுப்பை நிர்ணயிக்கின்றன என்ற உண்மை முன்பே விளக்கப்பட்டது. (பகுதி 3·1 காண்க) பங்கீட்டு எண் (partition coefficient), ஒரு கரைபொருள் இருவேறு நீர்மங்களில் கரையும் கரைதிற வேறுபாட்டைப் பொறுத்தது. எனவே, கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் இரு நீர்மங்களில் கரையும் திறன்கள் மாறுபட்டிருந்தால், அவை அந்த நீர்மங்களில் பங்கிடுவதன் மூலம் பகுக்கப்படலாம். எடுத்துக்காட்டாக, சர்க்கரையும் அயோடினும் கலந்த கலவையைப் பகுக்கவேண்டும் எனக் கொள்வோம். தண்ணீரில் சர்க்கரையும், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடில் அயோடினும் நன்கு கரையக்கூடியன. ஆனால், தண்ணீரும் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலவாதவை. எனவே, தண்ணீரை நிலைப்படிவாகவும், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடை நகர்படிவாகவும் கொண்டால், அயோடின் நகர்படிவுடன் வேகமாக நகர்ந்துவிடும்; சர்க்கரை பின் தங்கிவிடும். இதுவே, பங்கீட்டு முறையின் அடிப்படையாகும்.

பொதுவாக, ஒரு மூலக்கூறு நகர்படிவில் கரையும் அளவிற்கும், நிலைப்படிவில் கரையும் அளவிற்கும் இடையேயுள்ள விகிதம் 1 : 100 என்ற அளவு இருந்தால், பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பில் அதைப் பகுத்தெடுப்பது எளிதாகும்.

நிலைப்படிவும் நகர்படிவும், கரைப்பான்களின் மின்துருவத் தன்மையில் உள்ள வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக்கொண்டே தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. மின்துருவத்தன்மை அதிகமுள்ள மூலக்கூறுகள் மின்துருவத்தன்மை அதிகமுள்ள கரைப்பான்களிலும், மின்துருவத்தன்மை குறைந்த மூலக்கூறுகள் மின்துருவத்தன்மை குறைந்த கரைப்பான்களிலும் நன்கு கரைகின்றன. இதுவே "like dissolves like" என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. எனவே, கரைப்பான்களின் மின்துருவத் தன்மையில் உள்ள வேறுபாடே, அவற்றில் கரையும் கரைபொருள்களின் கரைதிறனிற்கு அடிப்படையாக அமைகிறது எனலாம். ஆகவே, பங்கீட்டு முறையில், கரைப்பான்களின் மின்துருவத்தன்மை முதன்மையான இடம் பெறுவதில் வியப்பில்லை.

5.3.1 கரைப்பான்களும் அவற்றில் செய்யப்படும் மாறுதல்களும்

தண்ணீர், பங்கிட்டு நிறப்பகுப்பில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த கரைப்பானாகும். சில சமயங்களில், குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய ஆல்கஹால்கள், கிளிசரால்கள் (glycerols), ஃபார்மமைடு (formamide) ஆகியனவும் மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த கரைப்பான்களாகப் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு.

மின்துருவத்தன்மை குறைந்த படிவாகப் பயன்படுத்தப்படும் நீர்மங்கள், பெரும்பாலும் கரிமப் பொருள்களாகும் (organic substances). n-பியூட்டனால் (n-butanol), பென்சில் ஆல்கஹால் (benzyl alcohol), ஃபீனால் (phenol), எத்தில் அசிட்டேட் (ethyl acetate), குளோரோஃபாம் (chloroform), பென்சீன் (benzene) ஆகியன சில எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

தண்ணீரில் கரைபொருள்களின் கரைதிறனைப் பலவகைகளில் மாற்றியமைக்கலாம். சில உப்புகளை நீரில் கரைத்து, உப்பு-வெளியேற்ற விளைவை (salting-out effect) உருவாக்கலாம். pH மதிப்பு மாறாத, நிலைமாறாக் கரைசல்களைப் (buffer solutions) பயன்படுத்தி, அமினோ அமிலங்கள் (amino acids) போன்ற சில குறிப்பிட்ட மூலக்கூறுகளை மட்டும் கரைக்கவோ, வீழ்படிவடையவைக்கவோ முடியும். உட்கூடுகைப் பொருள்களைத் (complexing agents) தண்ணீருடன் சேர்த்து, குறிப்பிட்ட பொருள்களை மட்டும் உட்கூட்டுப் பொருள்களாகப் பகுத்தெடுக்கலாம்.

மின் துருவத்தன்மை குறைந்த கரைப்பான்களை ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து, அவற்றிற்கு இடைப்பட்ட மின் துருவத்தன்மையுடைய கரைப்பான்களைப் பெறலாம்.

நிலைப்படிவாகவும், நகர்படிவாகவும் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் இரு நீர்மங்கள், ஒன்றுடன் ஒன்று கலவாதனவாக இருக்க வேண்டும், ஆனால், எந்த இரு நீர்மங்களும் தம்முள் ஒன்றுடன் ஒன்று மிகச் சிறிதளவாவது கலக்கும் தன்மையன. எனவே, இரு நீர்மங்களை நேரடியாக நிலைப்படிவாகவும் நகர்படிவாகவும் பயன்படுத்துவதற்குப் பதிலாக அவற்றை முதலில் நன்கு கலந்து சமன்பாட்டு நிலையை அடையச் செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு சமன்பாடடைந்த கலவைகளுள் (equilibrated mixtures) ஒன்றை நிலைபடிவாகவும், மற்றொன்றை நகர்படிவாகவும் பயன்படுத்த வேண்டும்.

நிலைப்படியின் பண்பையோ அல்லது நகர்படியின் பண்பையோ மாற்ற நாம் பயன்படுத்தும் மூன்றாவது பொருள், இரு படிவுகளையுமே வெவ்வேறு வகைகளில் பாதிக்கக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, பென்சீனையும் தண்ணீரையும் இரு படிவுகளாகக் கொள்வோம். பென்சீனில் மின் துருவ மூலக்கூறுகளின் கரைதிறனைக் கூட்டுவதற்காக, நாம் மெத்தனாலைச் (methanol) சேர்ப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். பென்சீனுடன் மட்டுமன்றி தண்ணீரிலும் மெத்தனால் கலக்கக் கூடியதாகும். எனவே, பென்சீனின் பண்பை மாற்றுவதற்காக நாம் சேர்க்கும் மெத்தனால், பென்சீன், தண்ணீர் ஆகிய இரு நீர்மப்படிவுகளின் பண்புகளையும் பாதிக்கிறது.

நிலைப்படியையும் நகர்படியையும் தேர்ந்தெடுக்கும் போது, பகுக்கப்படவேண்டிய கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் கரைதிறனையே நாம் முக்கியமாகக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஆனால், வெவ்வேறு இணைக் கரைப்பான்களுக்கிடையிலான அவற்றின் பங்கீட்டு எண்ணைப், முழுமையாகக் கணிப்பதில்லை. எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட கலவைக் கேற்ற நிலைப்படியையும், நகர்படியையும் அனுபவ அடிப்படையிலேயே கண்டுபிடிக்க வேண்டியுள்ளது.

கரைபொருள்களின் அடிப்படையில் பங்கீட்டுக் குழல் நிறப் பகுப்பினை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றைத் தனித் தனியே இனி ஆராய்வோம்.

5.3.2 சாதாரணப் பங்கீட்டுக் குழல்

அதிக மின் துருவத்தன்மையுடைய சமன்பாடடைந்த கலவை (equilib ated mix ure) நிலைப்படிவாகவும், குறைந்த மின் துருவத்தன்மையுடைய கலவை நகர்படிவாகவும் இயங்குபடி அமைக்கப்படும் பங்கீட்டுக் குழல்கள் (normal partition columns) எனலாம்.

இவ்வகைக் குழல்களில், பெரும்பாலும் நீர்நிலைப் படிவாகவும், n–பியூட்டனால் (n-butanol) பென்சில் ஆல்கஹால் (benzy alcohol), ஃபீனால் (phenol) முதலிய மின் துருவத்தன்மை குறைந்த கரைப்பான்கள் அல்லது அவற்றின் கலவைகள் நகர்படிவாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நீர் கலந்த (aqueous) அமிலங்கள் அல்லது காரங்கள் நிலைமாறாக் கரைசல்கள் (buffer solutions) முதலியனவும் நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தப் படுவதுண்டு.

நீர் இழு (hydrophilic) கரைப்பான்களான குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய ஆல்கஹால்கள், ஃபார்மமைடு (formamide)

முதலியன தண்ணீருக்குப் பதிலாக நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தலாம் (பட்டியல் 5.1 காண்க).

பட்டியல் 5.1 சாதாரணப் பங்கீட்டுக் குழல்களில் பயன்படும் கரைப்பான்கள்

எண்	நிலைப்படிவு	நகர்படிவு
1.	தண்ணீர்	ஆல்கஹால்கள்
2.	அமிலம் கலந்த தண்ணீர்	ஹைட்ரோ கார்பன்கள்
3.	காரம் கலந்த தண்ணீர்	பென்சீன், டொலுவீன், சைக்லோஹெக்சன், எக்சேன்
4.	தண்ணீர் + நிலைமாறுத கரைசல்	குளோரோஃபாம்
5.	நீர் கலந்த எத்தில் அல்லது மெத்தில் ஆல்கஹால்	எத்தில் அசிட்டேட்
6.	ஆல்கஹால்	எத்திலீன் கிளைக்கால்
7.	ஃபார்மமைடு	மெத்தில் எத்தில் கீட்டோன்
8.	கிளைக்கால்கள்	பிரிடீன் (pyridine)

பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பில் மேற்குறிப்பிட்ட முறையே பெரும்பாலும் பின்பற்றப்படுகிறது. சில வேளைகளில், பின்வரும் முறைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

5.3.3 மாற்றுப் பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு

மாற்றுப் பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு (reversed phase partition chromatography), சாதாரணப் பங்கீட்டு முறைக்கு நேர் எதிரானதாகும். இம் முறையில், மின்துருவத்தன்மை குன்றிய கரைப்பான் நிலைப்படிவாகவும், மின்துருவத் தன்மை மிகுந்த கரைப்பான் நகர்படிவாகவும், பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே, பட்டியல் 5.1-ல் நகர்படிவுகளாகக் காட்டப்பட்டுள்ள நீர்மங்களை நிலைப்படிவுகளாகவும் நிலைப்படிவுகளாகக் காட்டப்பட்டவற்றை நகர்படிவுகளாகவும் கொண்டால், அம் முறை

மாற்றுப்பங்கீட்டு முறை எனப்படும். நீர்நீக்கு (hydrophobic) கரைப்பான்களான கனிம எண்ணெய்கள் (mineral oils), சிலிக்கோன் (silicone) எண்ணெய்கள் முதலியனவும் நிலைப்படிவுகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

மின் துருவத்தன்மை குறைந்த மூலக்கூறுகளைப் பகுத்தெடுப்பதில் இம் முறை நன்கு பயன்படுகிறது. முதலில், தேவையான அளவு மின் துருவத்தன்மை குறைந்த நிலைப்படிவு, தாங்கியுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. பின்னர், இக் கலவை குழலில் நிரப்பப்படுகிறது. பகுப்புக்குரிய கலவை வைக்கப்பட்ட பின், நகர் படிவு ஊற்றப்படுகிறது. இம் முறையில் பயன்படும் சில நிலைப் படிவுகளும் பட்டியல் 5.2-ல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 5.2 : மாற்றுப்படிவுப் பங்கீட்டு முறை

எண்	நிலைப்படிவு	நகர்படிவு
1.	n-பியூட்டனால்	தண்ணீர்
2.	ஆக்டனால் (octanol)	அமிலம் கலந்த நீர்
3.	குளோரோஃபாம்	காரம் கலந்த நீர்
4.	குளோரோசிலேன்கள் (chlorosilanes), சிலிக்கோன்கள் (silicones)	நீரும், நீருடன் மாறுபாடு கரைசல்களும்
5.	கனிம எண்ணெய்கள்	நீர் கலந்த ஆல்கஹால்கள்
6.	பாரஃபின் (paraffin)	ஆல்கஹால்கள், ஃபார்மமைடு, கிளைக்கால்கள்

5.3.4 இழுபொருள் தொடர் மாற்ற முறை

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களில் பயன்படும் நிலைப்படிவு திண்மமாக இருப்பதால், அக் குழல்களில் மின் துருவத் தன்மை மாறுபட்ட வெவ்வெறு நகர்படிவுகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகச் செலுத்தி, பொருள்களைப் பகுத்தெடுக்க முடிகிறது. மாறாக, பங்கீட்டுக் குழல்களில், நிலைப்படிவும் நகர்படிவும் சமன்பாடடைந்த நீர்மங்களாக இருக்க வேண்டியதன் தேவையை முன்னரே கண்டோம். எனவே, இம் முறையில் ஒரே இழுபொருள்தான் நகர்படிவாகப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆனால், மூலக் கூறுகளின் கரைதிறன் அவை அயனியாகும் பண்பைப் பொறுத்திருந்தால், அம் மூலக்கூறுகளை இழு பொருளைப் படிப்படியாக மாற்றிப் பகுத்தெடுப்பது எளிதாகிறது. இழு பொருள் தொடர்மாற்ற முறை (gradient elution method) என்று இம் முறைக்குப் பெயர். கரிம அமிலங்களைப் (organic acids) பகுத்தெடுக்க, இம் முறை சிறப்பாகப் பயன்படுகிறது. இந்த அமிலங்களின் கரைதிறன் இவற்றின் அயனியாகும் பண்பைப் பொறுத்ததாகும்.

நிலைப்படிவானது ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமாகவோ, நீர்த்த கந்தக அமிலமாகவோ இருப்பின், கரிம அமிலங்கள் இவற்றில் அயனிகளாகப் பிரிந்து கரைவதில்லை. நீர்நிறை (water-saturated) பியூட்டனாலையும், நீர் நிறை பென்சீனையும் வேண்டிய விகிதங்களில் கலந்து, தகுந்த மின் துருவத்தன்மை உடைய நகர்படிவு உருவாக்கப்படுகிறது. நகர்படிவைப் படிப்படியாக மாற்றி, கரிம அமிலங்களின் அயனியாகும் திறத்திற்கேற்ப அவற்றைப் பிரிவடையச் செய்யலாம்.

5.4 செய்முறை வழிகள்

செய்முறை வழிகளைப் பொறுத்தவரை, பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கும் பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களுக்கும் இடையே மிகச் சில வேறுபாடுகளே உள்ளன. பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களில் செய்முறை வழிகளைப்பற்றி முன்பே (பகுதி 4.6 காண்க) விரிவாக ஆராய்ந்துள்ளோம். இங்கு ஒரு சில புதிய செய்திகளை மட்டும் காண்போம்.

5.4.1 குழல்கள்

பங்கீட்டுக் குழல்கள், பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களைப் பெரிதும் ஒத்தன. ஆனால், பங்கீட்டுக் குழல்களில் தாங்கியானது நுண்ணிய துகள் வடிவில் இருப்பதால், நகர்படிவு நகர்ந்து செல்லும் வேகம் மிகக்குறைவாக இருக்கும். எனவே, காற்றழுத்தம் ஊட்டுவதன்மூலம், பங்கீட்டுக் குழல்களில் நகர் வேகம் அதிகரிக்கப்படுகிறது. பங்கீட்டுக்குழல்களின் நீள அகல விகிதமும், பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களைவிடச் சற்றுக் குறைவாக அமையும்.

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களில், மூலக்கூறுகள் குவியங்களாகப் பிரிந்தபின், கவர்பொருள்களை நீக்கிக் குவியங்களைத் தனித்தனியே பகுக்கலாம். இதற்காக, பல நுண் துளைத் தட்டுகள் (perforated discs) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், பங்கீட்டுக்

குழல்களில், இம் முறை வெற்றி தருவதில்லை. எனவே, நுண்துளைத் தட்டுகள் பங்கீட்டுக் குழல்களில் பயன்படுத்தப் படுவதில்லை. கண்ணாடி இழைகள் (glass wool) தாங்கியைத் தடுத்து நிறுத்திக்கொள்ளப் போதுமானதாகும்.

இச் சிறு வேறுபாடுகளைத் தவிர, பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கும் பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களுக்கும் இடையே மற்ற வேறுபாடுகள் ஏதும் இல்லை எனலாம். உண்மையில், ஒரே குழலையே பங்கீட்டுக் குழலாகவும், பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழலாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

5.4.2 குழல்களைத் தயாரித்தல்

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களைத் தயாரிப்பதைவிட, பங்கீட்டுக் குழல்களைத் தயாரிப்பது சற்றுக் கடினமான பணியாகும். பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பின் வெற்றி, ஒருபடித்தான குழல்களை (homogeneous columns) நன்கு உருவாக்குவதைப் பொறுத்தே அமையும். பயன்படுத்தப்படும் தாங்கியையும் நிலைப்படிவையும் பொறுத்து, குழல்களை நிரப்பும் முறையும் சிறிது வேறுபடலாம். நல்ல பயிற்சியும், அனுபவமுமே குழல்களை அமைப்பதில் வெற்றியைத்தரும்.

முதலில், சிலிக்கா, கீசல்கர் போன்ற தாங்கிகள் அவை தாங்கக்கூடிய அளவு (50-75% எடையளவு) நிலைப்படிவுடன் கலந்து, நன்கு அரைக்கப்படுகின்றன. தேவையான அளவைப் பொறுத்து, கலவையைச் சிற்றுரலிலோ (mortar) பொடி உரலிலோ (powder blender) அரைத்துக்கொள்ளலாம். இவ்வாறு அரைக்கப்பட்டபின், கலவை ஈரமற்றதாக இருக்கும்.

இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட நிலைப்படிவுக் கலவையுடன், சமன்பாடடைந்த நகர்படிவு ஊற்றிக் கலக்கப்படவேண்டும். கண்ணாடிக் குழலில் நகர்படிவைச் சிறிதளவு எடுத்துக் கொண்டு, இக் கலவையை அதில் சிறிதுசிறிதாக ஊற்ற வேண்டும். சிலிக்கா போன்ற சில தாங்கிகள், தாமாகவே ஈர்ப்பு விசையால் படிந்துவிடும். கீசல்கர் போன்றன அவ்வளவு எளிதாகப் படிவதில்லை. அவற்றை, குழலைவிடச் சற்றுச் சிறிய அளவுள்ள அழுத்தி (plunger) ஒன்றால் மெதுவாக அழுத்திப் படியச் செய்ய வேண்டும். கலவையைச் சிறிது சிறிதாக ஊற்றியும், அதை ஒரு சீராகப் படியச் செய்தும், தேவையான அளவுவரை நகர்படிவை வெளியேற்றி, தேவையான குழல்களைத் தயாரித்துக் கொள்ளலாம்.

தாங்கியாகச் செல்லுலோஸ் பயன்படும்போது, முதலில் அதை அசிட்டோனுடன் கலந்து, பகுப்புக் குழலில் ஊற்ற

வேண்டும். அசிட்டோனை வெளியேற்றியபின், குழலில் தண்ணீரை ஊற்றி வடியவிடவேண்டும். அப்போது தண்ணீரால் அசிட்டோன் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்டு நகர்படிவாகி வெளியேறிவிடும். அதன் பின், சமன்பாடடைந்த நகர்படிவை ஊற்றி, நிலைப்படிவிற்கும் நகர்படிவிற்கும் இடையிலான சமன்பாட்டினை நிலைநாட்டலாம்.

மாற்றுப் பங்கீட்டுக் குழல்களில் செல்லுலோஸ், கீசல்கர் ஆகியன பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முதலில், இவற்றை நன்கு வெப்பப்படுத்தி, இவற்றிலுள்ள நீரை முழுமையாக நீக்கிவிட வேண்டும். பின்னர், இவற்றின் நீர் இழு தன்மையை மாற்றி, இவை நீர்நீக்குதன்மை பெற வழி செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு செய்யாவிட்டால், மின்துருவத்தன்மை குறைந்த நிலைப்படிவு மூலக்கூறுகளை, மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த நகர்படிவு மூலக்கூறுகள் இடம்பெயரச் (displace) செய்துவிடும்.

நீர்நீக்குதன்மையை உருவாக்க, நன்கு வெப்பப்படுத்தப் பட்ட தாங்கி ஓர் உலர்த்தியில் (desiccator) வைக்கப்படுகிறது. கிட்டத்தட்ட 12—16 மணி நேரம் இக் குடுவையில் டைகுளோரோடைமெத்தில் சிலேன் (dichlorodimethyl silane) வாயு இருக்குமாறு செய்ய வேண்டும். அடுத்து, தாங்கியைத் தண்ணீருடன் கலக்க வேண்டும். நீர்விலக்குந் தன்மையடைந்த தாங்கியின் பகுதி நீரில் மிதக்கும். அப் பகுதி, முதலில் தண்ணீரிலும் பின்னர் மெத்தனாலிலும் கழுவி, பிறகு சிறிது நேரம் 110°C வெப்பநிலையில் வைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு தயாரித்த தாங்கியை, தேவையான அளவு நிலைப்படிவுடன் கலந்து குழல்களில் நிரப்ப வேண்டும்.

5.4.3 கலவையை இடும் முறை

கலவைகளின் தன்மையைப் பொறுத்து, அவற்றை இடும் முறை அமையும். பொதுவாக, குறைந்த அளவு நகர்படிவில் கலவையைக் கரைத்து, அதைக் குழலின் உச்சியில் ஊற்றலாம். கலவையை ஊற்ற, வளைந்த பிப்பெட்டைப் (bent pipette) பயன் படுத்தலாம்.

நகர்படிவில் கலவை நன்கு கரையாவிட்டால், கலவையைச் சிறிதளவு நிலைப்படிவுடனும் தாங்கியுடனும் கலந்து, சற்று வெப்பமூட்டி, கிடைக்கும் பொருளை நிலைப்படிவின்மீது நன்கு பரப்பவேண்டும்.

சில வேளைகளில், கலவையை நிலைப்படிவில் கரைத்து, குழலின் உட்பரப்பின் அளவு பரப்புள்ள சிறிய வடிதாளில் அதை எடுத்து, சிறிதளவு வெப்பமூட்டிக் காயவைத்து, அத் தாளை நிலைப்படிவின் உச்சியில் வைப்பதுண்டு.

நிலைப்படிவின் உச்சியை ஒரு வெற்றுத் தாளால் எப்போதும் மூடிவைக்க வேண்டும். புறச் சூழலால் கலவையோ நிலைப் படிவோ பாதிக்கப்படாமலிருக்க இது தேவையாகும்.

5.4.4 பகுத்தெடுத்தல்

ஒரே ஒரு நகர்படிவே பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களில் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில சமயங்களில், வெவ்வேறு நகர்படிவுகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு நகர்படிவை மாற்றுமுன், முதலில் பயன்படுத்தப்பட்ட நகர்படிவானது, கலவையை மேலும் பிரிக்க உதவாது என்பதை உறுதி செய்துகொள்ளவேண்டும். புதிய நகர்படிவும், நிலைப் படிவுடன் சமன்பாடடைந்ததாக இருக்க வேண்டும்.

தொடர்மாற்ற முறையிலும் பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு அமையலாம் எனக் கண்டோம். இம் முறையில், கலக்கப்படும் நகர்படிவுகளை, நேர் தொடர்மாற்ற முறையிலோ (linear gradient elution) படித்தொடர்மாற்ற முறையிலோ (exponential gradient elution) கலக்கலாம். இவற்றுக்குத் தேவையான கருவியமைப்பு களைப் பற்றி முன்பே கண்டோம் (பகுதி 4·7).

பிரிக்கப்பட்ட மூலக்கூறுகளைக் கண்டறியும் முறைகள், பரப்புக்கவர்ச்சிக் குழல்களுக்கும் பங்கீட்டுக் குழல்களுக்கும் பொதுவானவையேயாகும்.

5·5 பங்கீட்டுக் குழல்களின் பயன்கள்

பலவகைக் கலவைகளைப் பகுக்கப் பங்கீட்டுக் குழல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வெவ்வேறு பண்புக் குழுக்களை யுடைய மூலக்கூறுகளைப் பிரிக்கத் தேவையான தாங்கி, கரை பொருள், நிலைப்படிவுகளைத் தேர்ந்தெடுப்பது எளிது. ஆனால், ஒத்த பண்புக் குழுக்களையுடைய மூலக்கூறுகளைப் பிரிக்கத் தேவையான கரைபொருள், தாங்கி முதலியவற்றைத் தேர்ந் தெடுப்பது எளிதன்று. எனினும், ஏராளமான கலவைகள் இம் முறையில் பகுத்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன (பட்டியல் 5.3 காண்க).

பட்டியல் 5·3 பங்கீட்டுக் குழல்களின் பயன்கள்

எண்	கலவை	நிலைப் படிவு	நகர்படிவு	கண்டறியும் முறை
	அ. தாங்கி சிலிக்காஜெல்			
1.	$C_2 — C_{12}$ அலிபாட்டிக் அமிலங்கள் (aliphatic acids)	NaOH-EtOH	(i) ஐசோ ஆக்டேன்–எத்தில் ஈதர் (1 : 9) (ii) எத்தில் ஈதர்	கந்தக அமிலம் + வெப்பம்
2.	$C_4 — C_6$ டைகார்பாக் சிலிக் அமிலங்கள் (dicarboxylic acids)	நீர்	(i) n-BuOH, $CHCl_3$ (1 : 9) (ii) n-BuOH, $CHCl_3$ (1 : 4) (தொடர் மாற்றம்)	புரோமோ கிளிசரால் பச்சை
3.	அரோமேட்டிக் டை, டிரைபேசிக் அமிலங்கள் (aromatic di-and tribasic acids)	நீர்	n-BuOH, $CHCl_3$	,,
4.	மோனோஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள் (monohydric alcohols)	நீர்	(i) CCl_4, $CHCl_3$ (தொடர் மாற்றம்) (ii) $CHCl_3$, HOAC (9 : 1)	கந்தக அமிலம் + வெப்பம்
5.	ஆல்டிஹைடுகளின் செமிகார்பசோன்கள் (semicarbazones of aldehydes)	நீர்	$CHCl_3$, n-BuOH	,,

	ஆ. தாங்கி; கீசல்கர்			
6.	C_8 — C_{10} அலிஃபாட்டிக் அமிலங்கள்	27–35N கந்தக அமிலம்	(i) பென்சீன் (ii) பென்சீன், பெட்ரோலியப் ஈதர்	வெப்பம்
7.	டை, டிரை ஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள்	நீர்	C_6H_6, n-BuOH	கந்தக அமிலம் + வெப்பம்
	இ. தாங்கி; செல்லுலோஸ்			
8.	அமினோ அமிலங்கள் (amino acids)	நீர்	(i) n-BuOH (ii) n-BuOH, HOAC, H_2O (1 : 1 1)	நின்ஹைட்ரின் (ninhydrin)

5.6 ஆய்வு

ஆய்வு 5.6.1 பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பு முறையில் கோபால்டையும் நிக்கலையும் பிரித்தல்

உலோக அயனிகளைப் பகுத்தெடுக்க, தாள் நிறப்பகுப்பு ஏற்றது. ஆனால், பகுத்த பொருள்களை அளவிட்டு அறிய பங்கீட்டுக் குழல்களைப் பயன்படுத்துவதே சிறப்பாகும். சாதாரணப் பங்கீட்டு முறையில், செல்லுலோஸ் தாங்கியைக் கொண்டு கோபால்ட்-நிக்கல் கலவையைப் பகுத்தெடுக்கும் முறை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

அசிட்டோனும், அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமும் 98 : 2 என்ற பருமவிகிதத்தில் செல்லுலோஸ் துகள் கலக்கவேண்டும். இதனை, 1·5 — 2·0 செ.மீ. குறுக்களவுள்ள நிறப்பகுப்புக் குழலில், செல்லுலோஸ் படிவு 10 செ.மீ. உயரம் நிரம்பும்வரை நிரப்பவேண்டும். மேலும் 50 மி.லி. கரைப்பானை ஊற்றி, அது மெதுவாகக் கீழிறங்கும்படி செய்யவேண்டும்.

2 கிராம் கோபால்ட் குளோரைடும், அதே அளவு நிக்கல் சல்பேட்டும் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். மிகக் குறைந்த அளவு ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைக் கொண்டு, இவற்றைத் தண்ணீரில் கரைக்கவேண்டும். அடுத்து, நீரை ஊற்றி, 1 லிட்டர் அளவுள்ள கரைசலாக மாற்றவேண்டும். இக் கரைசலில் 5 மி.லி. சரியாக அளந்து, அதை 100 மி.லி. முகவையில் எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். அதை வற்றும்படி காய்ச்சி (heated to dryness), மீண்டும் 2 மி.லி. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரைக்கவேண்டும். இதில் 1·5 கிராம் செல்லுலோஸ் பொடியை இட்டுக் கலந்து, கிடைக்கும் பசைப் பொருளை (pasty mass) குழலின் உச்சியிலிட்டு, 5 மி.லி. கரைப்பானை ஊற்றிக் கலக்கியபின், ஒரு சீராகப் பரவும்படி அழுத்தி விடவேண்டும்.

நிறப்பகுப்புக் குழலில் கரைப்பானை ஊற்றி, ஒரு நிமிடத்திற்கு 2 மி.லி. வேகத்தில் கரைப்பான் நகர்ந்து கீழே விழ விடவேண்டும். கோபால்ட், ஒரு பச்சை நிற உட்கூட்டு அயனியாகப் (complex ion) பிரிந்து கீழிறங்கி வருவதைக் காணலாம். பச்சைநிறக் கலவை வருவது நிற்கும்வரை (கிட்டத்தட்ட 100 மி.லி. கரைபொருள் வடியுமவரை), பிரித்தெடுக்கும் பணியைத் தொடரவேண்டும்.

கோபால்ட் கரைந்துள்ள பகுதியை நீராவி வெப்பத்தில் (steam–bath) காய்ச்சினால், அசிட்டோன் ஆவியாகி நீங்கும். 2 மி.லி. அடர் கந்தக அமிலமும், 2 மி.லி. அடர் நைட்ரிக் அமிலமும் ஊற்றி, கந்தக ட்ரை ஆக்சைடு (SO_3) வாயு வெளிப்பேறும்வரை வெப்பமூட்டவேண்டும். இந்த நீர்மக் கலவையிலுள்ள கோபால்ட்டின் அளவை, வண்ண அளவீட்டு முறையில் (colorimetric method) அளந்தறியலாம்.

நிலைப்படியில் சில மி.லி. அம்மோனியா கரைசலை ஊற்றிய பின், டைமெத்தில் கிளையாக்சைம் (dimethylglyoxime) கரைசலை ஊற்றினால், நிக்கல் அயனியானது இளஞ்சிவப்பு (pink) வண்ண உட்கூட்டுப் பொருளாக நிலைப்படியின் உச்சியில் தோன்றும்.

பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்புக்கான எளிய ஆய்வாக இதனைக் கருதலாம்.

6. பரப்புக் கவர்ச்சியும் பங்கீடும்

பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழல்களைப் பற்றியும் பங்கீட்டுக் குழல்களைப் பற்றியும் ஓரளவு விரிவாக ஆராய்ந்துள்ளோம். நிறப் பகுப்பானது குழல்களிலோ, மென்படலங்களிலோ அல்லது தாள்களிலோ செயல்படுத்தப்படலாம். ஆனால், பகுப்பிற்கு அடிப்படையாக அமையும் பண்புகள், பரப்புக் கவர்ச்சியும் பங்கீடுமேயாகும். இவ்வுண்மையைச் சற்று விரிவாக விளக்கி நிலைநாட்டலாம்.

அலுமினாவை ஒரு குழலில் எடுத்துக் கொண்டு அதில் கலவையை இட்டு, நகர்படிவாக ஒரு நீர்மத்தை ஊற்றும் போது, கலவை பிரிந்து விடுகிறது. அலுமினாவில் சிறிதளவுகூடத் தண்ணீர் இல்லை என்றால், கலவை பரப்புக் கவர்ச்சியால் பகுக்கப் பட்டதாகக் கொள்கிறோம். 15% எடையளவு நீர் அலுமினாவில் தங்கியிருந்தாலும், அலுமினா ஒரு கவர்பொருளாகவே செயல் படுகிறது. ஆனால், அலுமினாவில் 50%-க்குமேல் தண்ணீர் கலந்திருந்தால், அதுவே பங்கீட்டுக் குழலாகச் செயல்படுகிறது.

சிலிக்காவில், இந்த வேறுபாடு இன்னும் குறைவு. இதில், 17%-க்குக் குறைவான அளவு நீர் இருந்தால் கவர்பொருளாகவும், 17%-க்குமேல் நீர் இருந்தால் தாங்கியாகவும் செயல்படுகிறது. பரப்புக் கவர்ச்சிக் குழலுக்கும், பங்கீட்டுக் குழலுக்கும் இடையே யுள்ள வேறுபாடுகள் மிகக்குறைவு என்பது இங்கே தெளிவாகிறது.

மென்படல நிறப்பகுப்பிலும் இந்நிலையே உள்ளது. இம் முறையில், அலுமினாவும் சிலிக்காவும், கவர்பொருளாகவும் தாங்கி யாகவும் பயன்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையானது பரப்புக் கவர்ச்சியல் பகுக்கப்படுகிறதா அல்லது பங்கீட்டால் பகுக்கப்படுகிறதா என்பதை, கரைப்பானின் பண்புகளும் நிலைப் படிவின் பண்புகளுமே நிர்ணயிக்கின்றன.

தாள், பெரும்பாலும் செல்லுலோஸ் இழைகளால் ஆனது என்பதால், இதில் கலவை பகுக்கப்படுவதற்குப் பங்கீடே அடிப்

புடை எனக் கருதப்பட்டது. ஆனால், ஓரளவு பரப்புக் கவர்ச்சித் தன்மையையும் செல்லுலோஸ் பெற்றுள்ளது. இன்று தயாரிக்கப் படும் சில தாள்களில் கவர் பொருளையும் உடன் கலந்தே தயாரிக்கும் முறையும் வளர்ந்து வருகிறது. தாள்களின் மேற் பரப்பில் கவர் பொருளை இடையூடுருவச் செய்து (impregnate) அவற்றைப் பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்புக்கும் பயன்படுத்துவது முண்டு. எனவே, தாள் நிறப்பகுப்பிலும், பங்கீட்டுப் பரப்புக் கவர்ச்சியும் செயல்படக்கூடும் எனலாம்.

வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பில், பெரும்பாலும் பங்கீடு செயல் படுகிறது. ஆனால் திண்மத்தில் நீர் குறைவாக இருக்கும் போது, அதுவே வளிம-நீர்ம முறைக்கும். வளிம-திண்ம முறைக்கும் இடைப்பட்ட ஒரு பொது 'வளிம நிறப்பகுப்பு' முறையும் இன்று உருவாக்கப்பட்டுள்ளது.

மேலே தரப்பட்டுள்ள விளக்கங்கள், பங்கீட்டு நிறப்பகுப் பிற்கும் பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப் பகுப்பிற்கும் உள்ள இடைவெளி மிகக் குறைவு என்பதைத் தெளிவாக்குகிறது. கரைப்பான், கவர் பொருள் முதலியவற்றைச் சரியான முறையில் தேர்ந்தெடுப் பதன் மூலம், குறிப்பிட்ட கலவையை, பரப்புக் கவர்ச்சி முறை யிலோ அல்லது பங்கீட்டு முறையிலோ பிரிக்கலாம்.

எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையைப் பகுக்க, அதன் பங்கீட்டுப் பண்பு அல்லது பரப்புக் கவர்ச்சிப் பண்பு ஆகிய வற்றில் எது சிறப்பாகப் பயன்படக்கூடும் என்பதை நாம் தெளிவாக உணர்ந்து கொண்டால், அது நிறப்பகுப்புக்கு வெற்றியைத் தரும். இந்த அடிப்படையில், பரப்புக் கவர்ச்சி யையும் பங்கீட்டையும் ஒப்பிட்டு ஆராய்வதே இப் பகுதியின் நோக்கமாகும்.

6.1 மூலக்கூறுகளின் பண்புகள்

ஒரு கலவையைப் பிரித்தெடுக்கும் முறையைத் தேர்வு செய்வதில், அடிப்படையாக அமைவது கலவைப் பொருள்களின் இயற்பண்புகளும், வேதிப்பண்புகளும் ஆகும். அத்தகைய சில பண்புகளை இங்கு ஆராய்வோம்.

6.1.1 மூலக்கூறு எடை

மூலக்கூறுகளின் எடையில் ஏற்படும் சிறிய மாற்றங்கள் கூட, அவற்றின் கரைதிறனைப் பெரிதும் மாற்றிவிடும். பங்கீட்

முறை, கரைபொருளின் கரைதிறனையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது எப்பது தெளிவு. ஆனால், மூலக்கூறு எடையில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் அவற்றின் பரப்புக் கவர்ச்சித் திறனை அவ்வளவு பாதிப்பதில்லை. எனவே, மூலக்கூறு எடையில் உள்ள வேறுபாடுகளைக்கொண்டு ஒரு கலவையைப் பகுக்க விரும்பினால், பங்கீட்டு முறையே சிறந்தது.

கரிம மூலக்கூறுகளின் ஓரின வரிசைகளைப் (homologous series) பகுத்தெடுக்க, பங்கீட்டுமுறையே ஏற்றது. குறிப்பாக, வினைக் குழுக்களையுடைய, ஆறு கார்பன் அணுக்களுக்குமேல் பெற்றுள்ள நேர்கோட்டு மூலக்கூறுகள் (linear molecules), பங்கீட்டு முறையில் நன்கு பகுக்கப்படுகின்றன.

6.1.2 மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்பு

மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்பு (structure), அவற்றின் பரப்புக் கவர்ச்சித்திறனைப் பெரிதும் பாதிக்கும் ஓர் அம்சமாகும். ஒரே மூலக்கூறு எடை உடைய ஜியோமிதி மாற்று வடிவங்களையும் (geometrical isomers), ஒளி மாற்று வடிவங்களையும் (optical isomers) பங்கீட்டு முறையில் பகுப்பது எளிதன்று. ஆனால், இம் மூலக்கூறுகளிலுள்ள வினைக்குழுக்களின் இடநிலை அமைப்பில் (Static arrangements) உள்ள வேறுபாடுகள், இம் மூலக்கூறுகளின் பரப்புக் கவர்ச்சித்திறனைப் பெரிதும் வேறுபடுத்துகின்றன. இதன் விளைவாக, நகர்படிவில் இம் மூலக்கூறுகளின் நகரும் வேகம் பெரிதும் வேறுபட்டு, அவை பிரிந்துவிடுகின்றன. எனவே, மாற்று வடிவங்களைப் பகுத்தெடுக்கப் பொதுவாகப் பரப்புக்கவர்ச்சி முறையே சிறந்ததெனலாம்.

6.1.3 மூலக்கூறுகளின் மின்துருவத்தன்மை

மூலக்கூறுகளின் மின்துருவத்தன்மை கூடக்கூட, அவை கவர்பொருளின் தளப்பரப்பில் மேலும் வலிமையாகக் கவரப்பட்டு விடுகின்றன. எனவே, மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த மூலக்கூறுகளைப் பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில் பகுக்கும்போது, அவை தளப்பரப்பில் நன்கு கவரப்பட்டுவிடுவதால், அவற்றை நகர்படிவுடன் எளிதில் நகர்த்த முடிவதில்லை. இத்தகு மூலக்கூறுகளைக் கவர்பொருள் தளத்திலிருந்து நீக்க, மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது.

ஆனால், மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த கரைப்பான்கள், பெரும்பாலும், மூலககூறுகளின் கவர்படு திறன்களுக்

மின் கருவத்தன்மை

ஹைட்ரோ-கார்பன் | ஆக்சிஜன் பெற்ற ஹைட்ரோகார்பன்கள் | புரோட்டான் வழங்கிகள் | அயனிச் சேர்மம்

RH RX RNO_2 ROR RC(=O)-OR RC(=O)-R RC(=O)-H RC(=O)-NHR RNH_2 R_2NH R_3N ROH H_2O ArOH RCO_2H நியூக்ளியோடைடு $\overset{+}{N}H_3-R-CO_2^-$

வினைக் குழுக்கள்

பரப்புக்கவர்ச்சி

1
2
3
4
5

வினைக்குழுக்கள்

பங்கீடு

மூலக்கூறு எடை

படம் 6.1 பங்கீடும் பரப்புக் கவர்ச்சியும்

இடையிலான சிறிய வேறுபாடுகளைப் பொருட்படுத்தாமல், கலவையிலுள்ள எல்லா மூலக்கூறுகளையும் ஒரே வேகத்தில் நகர்த்திவிடுகின்றன. ஆகையால், மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த மூலக்கூறுகளின் கலவையைப் பகுக்க, பரபபுக்கவர்ச்சிமுறை ஏற்றதல்ல.

எனவே, மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள், அமினோ அமிலங்கள், நியூக்ளியோடைடுகள் முதலியவற்றின் கலவைகள் பெரும்பாலும் பங்கீட்டு முறையிலும், மின்துருவத்தன்மை குறைந்த ஹைட்ரோகார்பன்கள் போன்றன பொதுவாகப் பரப்புக் கவர்ச்சி முறையிலும் பகுக்கப்படுகின்றன (படம் 6·1 காண்க).

ஒரு மூலக்கூறின் மொத்த மின்துருவத்தன்மை, அதன் அதன் வினைக்குழுக்களின் மின்துருவத்தன்மைகளின் கூட்டுத் தொகையாகும். பொதுவாக, ஈதர், எஸ்ட்டர் (ester) முதலிய வினைக்குழுக்கள் மூன்று அல்லது நான்கு, ஒரே மூலக்கூறில் அமைந்திருந்தால், அம் மூலக்கூறின் மொத்த மின துருவத் தன்மை கூடிவிடுகிறது. எனவே, இத்தகைய மூலக்கூறுகள் பங்கீட்டு முறையில்தான் நன்கு பகிர்வடைகின்றன.

மேலும், ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள ஹைட்ரோகார்பன் தொடரின் (hydrocarbon chain) நீளம் கூடக்கூட, அந்த மூலக்கூறின் மொத்த மின்துருவத்தன்மை குறைந்துவிடுகிறது. எனவே, இத்தகு மூலக்கூறுகள் பங்கீட்டு முறையில் எளிதில் பகுக்கப்படுவதில்லை.

6.2 கோட்பாடுகளின் அடிப்படையிலான வேறுபாடுகள்

பங்கீட்டு முறையையும், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையையும், கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் ஒப்பிட்டு ஆராயலாம்.

6.2.1 நேர் சமவெப்பக்கோட்டுத் தன்மை

பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில், பரப்புக்கவர்ச்சி சமவெப்பக் கோடுகள் பொதுவாக நேர்கோடுகளாக அமைவதில்லை என்று கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால், இன்று, கவர்பொருள்களில் உள்ள மிகச்சில வினைத்திறன் மிகுந்த மையங்களை (active sites) இயக்கமிழக்கச் செய்து, கவர்பொருள்கள் நேர்சமவெப்பக் கோட்டுத்தன்மையுடன் செயல்படும்படி செய்யப்படுகின்றன. இந் நிலையில், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையையும் விரிவாகக் கையாளும் வாய்ப்பு உள்ளது.

8·2·2 குவியப் பண்புகளை முன்னறிவித்தல்

பங்கீட்டு முறையில், மூலக்கூறுகளின் மொத்த எடை, மொத்த மின் துருவத்தன்மை முதலிய பொதுவான பண்புகளே செயல்படுகின்றன. எனவே, இத்தகு பண்புகளைக் கொண்டு, கலவைகளின் நகர்வேக விகிதம் (R_F) முதலிய பயனுள்ள செய்திகளை எளிதில் முன்னறிவிக்கலாம் (predict).

ஆனல், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில், தளத்தின் அமைப்பு, மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்பு முதலியவற்றை முழுமையாகக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியிருப்பதால், குவியப் பண்புகளை முன்கூட்டியே தெரிந்து கொள்வது எளிதன்று. பொதுவாக, கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையைவிட, பங்கீட்டு முறையை ஆராய்வது எளிது எனலாம்.

8·2·3 மீட்டுருவாக்கம்

பங்கீட்டு முறையில், தாங்கியின் பண்புகளில் ஏற்படும் சிறு மாற்றங்கள், பகுப்பு முறையைப் பெரிதும் பாதிப்பதில்லை. ஆனல், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில், கவர்பொருள்களின் பண்புகள் ஒரே வகையில் அமையும்படி செய்வது மிகக்கடினமாகும். ஒரே உற்பத்தியாளரிடமிருந்து பெறப்படும் ஒரு கவர் பொருளின் பண்புகளில் கூட, சில சமயங்களில் சிறு வேறுபாடுகள் காணப்படலாம். எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட நிறப் பகுப்பை, அப்படியே மீட்டுருவாக்கம் செய்வது (reproduce), பரப்புக்கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு முறையைப் பொறுத்தவரை எளிய பணியன்று.

8.3 செய்முறை வழிகள்

செய்முறை எளிதாகவும், தேவையைச் சரியாக நிறைவு செய்யக்கூடியதாகவும் அமைந்த பகுப்பு முறையே பெருமளவு பயன்படுத்தப்படும். இந்த வகையில் பங்கீட்டு முறையையும் பரப்புக்கவர்ச்சி முறையையும் இனி ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம்.

8.3.1. கலவையின் அளவு

பங்கீட்டு முறையில், கலவையின் அளவை அதிகரிப்பதாகக் கொள்வோம். நிலைப்படிவில் உள்ள நீரமத்தில், பல சிறுசிறு தகடுகள் நகர்வதுபோல்க் கலவையானது நகர்ந்து, ஒவ்வொரு தகடும் தனித்தனியாகப் பகுப்படையும். இதனல், பகுக்கப்படும் குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து, கலவையானது நன்கு பகுக்கப்படாமலே போய்விடும்.

ஆனால், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில், கலவைகள் தளப் பரப்பில் கவரப்படுவதற்கும், பரப்பிலிருந்து விடுபடுவதற்கும் ஆகும் நேரம், மூலக்கூறுகள் பங்கீடடைய ஆகும் நேரத்தைவிட அதிகம். எனவே, குவிபங்கள் கலவாத நிலையில், பங்கீட்டு முறையைவிட பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில் அதிகக் கலவையைப் பகுக்கலாம்.

பெருமளவுள்ள கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படும் தயாரிப்பு முறைகளிலும், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையே விரிவாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது.

6.3.2 நிலைப்படிமை அமைத்தல்

பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில், நிலைப்படிமை அமைப்பது எளிதாகும். ஆனால், பங்கீட்டு முறையில், நிலைப்படியில் ஒரு திண்மமும் ஒரு நீர்மமும் கலக்கப்படவேண்டியுள்ளதால், இஃது எளிதல்ல. மேலும், இம் முறையில், சில தாங்கிகள் எளிதில் படிவதுமில்லை.

6.3.3. ஆய்வு பகுப்புகள்

பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில், ஒரே நிலைப்படியில் கலவையை வைத்து, நகரும் படிமை வரிசையாக, அவற்றின் மின்துருவத் தன்மைக்கேற்ப மாற்றி, தகுந்த கரைப்பானைத் தேர்வு செய்து விடலாம். பங்கீட்டு முறைகளில், ஒரே நகர்படிவு பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த நகர்படிவு பொதுவாக, இரண்டு அல்லது மூன்று கரைப்பான்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலக்கப்பட்ட கலவையாக அமைகிறது. ஒவ்வொரு பகுப்புக்கும் இத்தகைய நகரும் படிவிற்கான கரைப்பான் களையும், அவற்றின் விகிதங்களையும் கண்டறிவது எளிதன்று.

6.3.4 விரைவு

கலவைகளைப் பகுத்தெடுக்கத் தேவையான நேரம் பரப்புக் கவர்ச்சி முறையில் மிகக்குறைவாகும். இம் முறையையே முடிந்தவரை கையாள முனைவதற்கு இஃது ஓர் அடிப்படைக் காரணமாகும்.

6.3.5 கலவைகளைத் திரும்பப் பெறுதல்

சில கலவைகளிலுள்ள மூலக்கூறுகள் மிக மதிப்புயர்ந் தனவாக அமையலாம். எனவே, அத்தகைய மூலக்கூறுகளை, எவ்விதச் சிதைவுமின்றித் திரும்பப் பெறும் தேவை ஏற்படலாம்.

பங்கீட்டு முறையில், பெரும்பாலும் மூலக்கூறுகள் எவ்வித மாற்றமும் அடையாமல் திரும்பக் கிடைத்துவிடுகின்றன. ஆனால், பரப்புக்கவர்ச்சி முறையில், கவர்பொருளின் தளப் பரப்பில் கவரப்படும் சில மூலக்கூறுகளைத் திரும்பப்பெற முடியாமல் போகலாம். மேலும், சில மூலக்கூறுகள், கவர் பொருளின் தளப்பரப்பை வினையூக்கியாகப் (catalyst) பயன் படுத்திக்கொண்டு, தமக்கிடையே வேதிவினைகளில் ஈடுபடவும் கூடும். இத்தகைய சூழலில், பங்கீட்டு முறையே சிறந்ததாக அமையும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையைப் பகுக்க, ஒவ்வோர் ஆய்வாளரும் தம் தேவைக்கும், திறனுக்கும், வசதிகளுக்கும் ஏற்ற பகுப்பு முறையைத் தாமே தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

இந்த அத்தியாயத்தில் எல்லா நிறப்பகுப்பு முறைகளுக்கும் பொதுவான பங்கீடு, பரப்புக்கவர்ச்சி ஆகிய பண்புகளை மட்டுமே நாம் ஒப்பிட்டு ஆராய்ந்தோம். குழல் முறை, மென்படல முறை, தாள்முறை போன்ற செய்முறைகளை நாம் இந்த ஒப்பீட்டு ஆராயவில்லை. அப் பணியை அடுத்த அத்தியாயங்களில் மேற்கொள்வோம்.

7. தாள் நிறப்பகுப்பு

ஒரு தாளின் ஓரத்தில் சிறிதளவு கலவையை இட்டு, தாளை ஒரு நீர்மக் கரைப்பானில் (கரைப்பானில் கலவை மூழ்காதவாறு) நிற்க வைப்போம். தாளின்மீது தந்துகி வினைவால் (capillary action) நீர்மம் ஏறி வரும்போது, கலவையானது பகுக்கப்பட்டு, தனித்தனிக் குவியங்களாகப் பிரிந்து விடும். இப் பகுப்பு முறையே தாள் நிறப்பகுப்பு (paper chromatography) என்று அழைக்கப் படுகிறது.

நிறப்பகுப்பு முறைகளிலேயே, தாள் நிறப்பகுப்பு முறையே மிக எளியதாகும். கனிம, கரிம வேதியியலில் இம் முறை விரிவாகப் பயன்படுகிறது. இம் முறையைப் பண்பறி பகுப்பாய்விலும், அளவறி பகுப்பாய் விலும் பயன்படுத்தலாம். தயாரிப்புத் தாள் நிறப்பகுப்பும் இன்று விரைந்து வளர்ந்து வருகிறது.

7.1 தாளின் அமைப்பும், செயல்படும் முறையும்

நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் தாள்களில், செல்லுலோஸ் இழைகள் பின்னிப் பிணைந்து இருக்கின்றன. இவ் விழைகளுக் கிடையே, தந்துகிக் குழல்கள்போன்று நுண்துளைகள் நீண்டு குறுக்கும் நெடுக்குமாகச் செல்கின்றன. இவ் விழைகளின் வழியாகவே நகரும் படிவும் கலவையும் நகர்கின்றன. தந்துகிக் கவர்ச்சியால் நகர்படிவு நகர்கிறது.

செல்லுலோஸ் தாள், தன் எடையைப் போல் 22% நீரை உட்கவர்ந்து கொள்கிறது. தாளின் வழியாகக் கரைப்பானும் கலவையும் நகரும்போது, நகரும் படிவிற்கும் செல்லுலோஸில் கவரப்பட்டுள்ள நீருக்குமிடையே கலவை பங்கீடடைகிறது. நீரில் மிகுதியாகக் கரையும் மூலக்கூறுகள் நிலைப்படிவாகவும், மற்றொரு கரைப்பானை நகர்படிவாகவும் கொண்டுதான் தாள் நிறப்பகுப்பு செயல்படுகிறது என மார்ட்டின் (Martin) விளக்கினர்.

நீரில் கலக்கும் கரைப்பான்கள் மட்டுமின்றி, சில சமயங் களில் நீரே நகர்படிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரே

பொருள் (நீர்) எப்படி நிலைப்படிவாகவும், நகரும் படிவாகவும் செயல்பட முடியும்? இக் கேள்விக்குச் சரியான விடையளிக்கு முன், தாளின் அமைப்பைப் பற்றிச் சரியாகத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். தாளில் பின்னப்பட்டுள்ள இழைகள் 80-90% படிகத் தன்மை (crystallinity) உடையவை. இத்தகு படிகத்தன்மை யுடைய பகுதிகளில், பெரும்பாலான கலவை மூலக்கூறுகள் ஊடுருவ முடியாது. தாளின் எஞ்சிய பகுதிகள் படிகத்தன்மை யற்றவை (amorphous). படிகப் பகுதியின் பரப்பிலும், படிக மிலாப் பகுதி முழுவதிலும்தான் 22% நீர் கவர்ந்து கொள்ளப்படு கிறது.

படிகமிலாப் பகுதிகளில் கவரப்படும் நீர் மற்ற பகுதிகளில் கவரப்படும் நீரினின்றும் வேறுபட்ட பண்புகளைப் பெற்றுள்ள தாகக் கொள்ளலாம். முதலில் கவரப்படும் 6% நீரின் கவர்ச்சி வெப்பம் (heat of sorption), பின்னர் கவரப்படும் 16% நீரின் கவர்ச்சி வெப்பத்தைவிட மிகக் குறைவு என ஆய்வுகள் நிறுவியுள்ளன. முதலில் கவரப்படும் 6% நீர், படிகமிலாப் பகுதி களில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை (hydrogen bonds) உருவாக்கிக் கொள்கின்றன. இந்தப் பகுதிகளே, கலவையைப் பகுக்கப் பயன் படும் நிலைப்படிவுகளாகும். இந்தப் பகுதிகளில், நகர்படிவிற்கும் நிலைப்படிவிற்குமிடையே கலவை சமன்பாடடைவது உண்மை. ஆனால், இந்தச் சமன்பாட்டு நிலையைப் பங்கீடு என்பதா, அல்லது பரப்புக் கவர்ச்சி என்பதா என்ற கேள்விக்குத் தகுந்த விடை இன்னும் கிடைக்கவில்லை.

7·2 தாளில் குவிய நகர்வேக விகிதம்

தாள் நிறப்பகுப்பிலும், மென்படல நிறப் பகுப்பிலும் குவிய நகர் வேகங்களை ஆய்விலிருந்து நேரடியாகக் கண்டறிய சமன் பாடு (7.1) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$R_f = \frac{\text{குவிய மையம் நகர்ந்துள்ள தூரம்}}{\text{நகர்படிவு நகர்ந்துள்ள தூரம்}} \quad \dots (7\cdot1)$$

தாள் நிறப்பகுப்பை, ஏறுதாள் நிறப்பகுப்பு (ascending paper chromatography), இறங்குதாள் நிறப்பகுப்பு (descending paper chromatography), வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பு (circular paper chromatography) என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் இரண்டு முறைகளிலும் (7.1), குவிய நகர்வேக விகிதத் தைக் கணக்கிட உதவுகிறது.

ஆனால், வட்டத் தாள்களில், குவியங்கள் ஒரே நேர்கோட்டுப் பாதையில் நகராமல், குறிப்பிட்ட பரப்பளவில் நகர்கின்றன.

எனவே, இம் முறையில், குவிய நகர் வேகம் ஏறு, இறங்கு தாள்களைவிடக் குறைவாக இருக்கும். வட்டத்தாளில் குவிய நகர்வேக விகிதத்தைக் கணக்கிடச் சமன்பாடு (7.2) பயன்படுகிறது.

$$R_f = \frac{\text{குவியம் நகர்ந்துள்ள ஆரம்}}{\text{நகரும்படிவு நகர்ந்துள்ள ஆரம்}} \quad \ldots (7.2)$$

7.2.1 நகர்வேக விகிதத்தைப் பாதிக்கும் பண்புகள்

குவிய நகர்வேக விகிதங்கள் பல ஆய்வுச் சூழ்நிலைகளைப் (experimental conditions) பொறுத்து மாறுபடுகின்றன.

(அ) பகுப்பு முறை: வட்டத் தாள் முறையில் நகர்வேக விகிதம், மற்ற இரு தாள் முறைகளின் நகர்வேக விகிதத்தினின்றும் மாறுபட்டது. மேலும், ஒரு குவியத்தின் நகர்வேக விகிதம், இறங்குதாள் நிறப்பகுப்பில் ஏறுதாள் நிறப்பகுப்பை விட அதிகமாகும். இவ்விருவகைத் தாள்களிலுமே, தந்துகிக் கவர்ச்சி செயல்பட்டாலும், இறங்குதாள் முறையில் புவிசர்ப்பு விசை தந்துகிக் கவர்ச்சியுடன் இணைந்தும், ஏறுதாள்முறையில் எதிர்த்தும் செயல்படுகிறது. இவ்விரு முறைகளிலும் குவிய நகர்வேக விகிதங்கள் மாறுபடுகின்றன.

(ஆ) நகரும் படிவு: தாள் நிறப்பகுப்பில், பங்கீடு சிறப்பிடம் பெறுவதால், நகரும் படிவின் இயைபு (composition) R_f மதிப்புகளைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. நகரும் படிவில் உள்ள கரைப்பான்களின் அமைப்பில் ஏற்படும் சிறு மாறுதல்கூட, கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் R_f மதிப்புகளை மாற்றி விடுகின்றன. இதனால் R_f மதிப்புகளின் பட்டியலில் இடமாற்றம் ஏற்படுவதுமுண்டு.

(இ) வெப்பநிலை: வெப்பநிலை, குவிய நகர்வைப் பெரிதும் பாதிக்கும் ஒரு பண்பாகும். எனவே, பகுப்பாய்வு முழுவதும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலேயே நடைபெறவகை செய்ய வேண்டும். நகர்வேக விகிதங்களைக் குறிப்பிடும் போது, அவை எந்த வெப்பநிலையில் அளவிடப்பட்டவை என்பதைக் குறிப்பட வேண்டும்.

(ஈ) பகுப்புக் கலத்தின் அளவு: தாள் நிறப்பகுப்பு நிகழும் கலம் பெரிதாக இருப்பின், நிறப்பகுப்புச் சமன்பாட்டுநிலை தகர்ந்து விடும். தாளின் சூழ்நிலை எல்லா உயரங்களிலும் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. எனவே, கலத்தின் உயரமும் தாளின் உயரமும் அதிகரிப்பின், குவிய வேகங்கள் மாறுபடத் தொடங்கும். இதன் விளைவாக, குவியங்களின் நகர்வேக விகிதங்களும் மாறுபடுகின்றன.

(உ) கலவை இடும் இடம்: தாளில், கரைப்பான் மெல்ல மெல்ல உயர்ந்து வரும்போது, நீர் பின் தங்கி விடுகிறது. ஆனால், மின்துருவத்தன்மை குறைந்த கரைப்பான் தாளால் கவரப் படாததால் அது நகர்கிறது. எனவே, கலவை இடப்பட்ட இடத்திற்கும் கலத்திலுள்ள கரைப்பானின் உயரத்திற்கும் இடையேயுள்ள தூரம் மாறுபட்டால், கலவையை வந்தடையும் கரைப்படிவின் மின்துருவத் தன்மையும் மாறுபடும். இந்த மாறுபாடும், குவியங்களின் நகர்வேக விகிதங்களை மாறு படுத்தும்.

(ஊ) தாள் வகை: தாளில் உள்ள அந்துநிக் குழலமைப் பையும், அயனிகள் அல்லது மின்துருவக் குழுக்கள் முதலியன வற்றையும் பொறுத்து, கலவையானது பங்கீடு, பரப்புக் கவர்ச்சி, அயனி மாற்றம் அல்லது களிம வடிதல் (gel filtration) அடையலாம். இவை, நகர்வேக விகிதங்களை ஒப்பிட, ஒரே நிறுவனத்தால் தயாரிக்கப் பட்ட, ஒரே வகைத் தாளையே பயன் படுத்தவேண்டும்.

(எ) கலவையின் தன்மை: கலவையிலுள்ள ஒரு வகை மூலக் கூறு, மற்றொருவகை மூலக்கூறுடன் பங்கீட்டுத் தன்மையைப் பாதிக்கலாம். எனவே, ஒரு மூலக்கூறின் நகர் வேக விகிதம், கலவையிலுள்ள மற்ற மூலக்கூறுகளையும் சார்ந்திருக்கும்.

கார்போஹைட்ரேட் போன்ற மிக மெதுவாக நகரும் மூலக்கூறுகளையுடைய கலவைகளை இறங்கு முறையில் பகுக்கும்போது, தாளின் வழியே ஓரளவு கரைப்பான் வழிந்து விழ வகை செய்யலாம். இந்தச் சூழலில், கரைப்பான் கடைசிவரை நகரும் தூரத்தை அளக்க முடியாது. எனவே, R_f-ன் மதிப்பை அறியும் வாய்ப்பில்லை. இந்நிலையில், குளுக்கோஸின் நகர்வேக விகிதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு, குவிய நகர் வேகங்கள் கணக்கிடப்படுகின்றன.

7·3 தாள் நிறப்பகுப்பின் வகைகள்

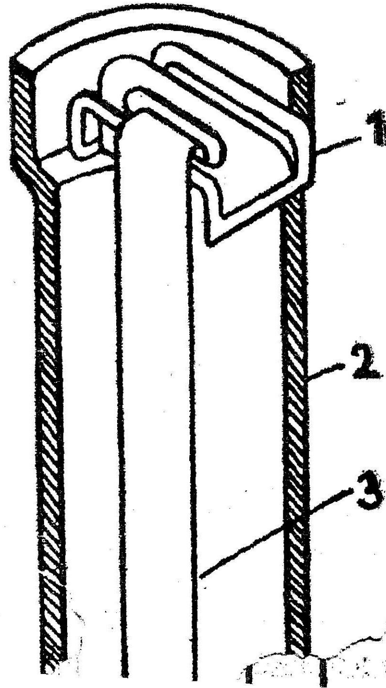
பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பைப் பற்றி முன்பே விரிவாக ஆராய்ந்தோம். தாள் நிறப்பகுப்புக்கும் இந்தக் கோட்பாடுகள் அப்படியே பொருந்தும். குழல் நிறப்பகுப்பில் நகர்படிவு மேலிருந்து கீழிறங்கும் முறையில் செயல்படுகிறது. தாள் நிறப்பகுப்பில், தந்துகிக் கவர்ச்சியால் நகர்படிவு நகர்வதால், அது மேலிருந்து கீழ் இறங்கித்தான் வரவேண்டும் என்பதில்லை. தாள் நிறப்பகுப்பில் மூன்று வகைகள் உண்டு. ஏறு நிறப்பகுப்பு. இறங்கு நிறப்பகுப்பு, இடைமட்ட நிறப்பகுப்பு. இவற்றிலும் பல புதுமைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இம்முறைகள் பற்றியும், இவற்றிற்குத் தேவையான நிறப்பகுப்புக் கலன்களின் அமைப்பைப் பற்றியும் இனிக் காண்போம்.

7·3·1 இறங்கு தாள் நிறப்பகுப்பு

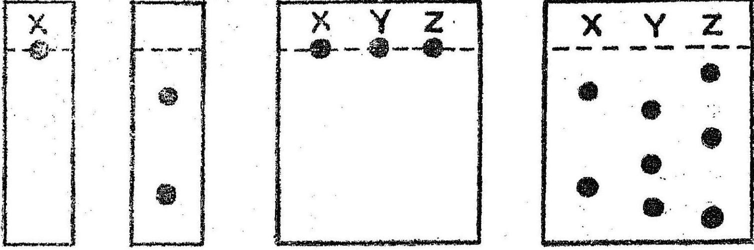
இதுவே, தாள் நிறப்பகுப்பில் பழமையான முறையாகும். இம்முறையில், ஓர் உயர்ந்த, சதுர அல்லது வட்ட வடிவமான கண்ணாடிக் கலன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்கலனின் மேற்பகுதியின் பரப்பு, அடிப் பகுதியின் பரப்பைவிடச் சற்று அதிகமாக இருக்கும். மேற்பகுதியில், நகர்படிவை வைப்பதற்கான சிறிய தட்டுப்போன்ற கலனிருக்கும். பகுக்கப்பட வேண்டிய கலவை இடப்பட்ட தாளின் கலவைக்கு அருகில் உள்ள நுனிப்பகுதி இக்கலனில் வைக்கப்பட்டு, நகராமலிருக்கும்படி நிலைப்படுத்தப்படுகிறது. நகர்படிவுக் கலத்தையொட்டி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு கண்ணாடித் தண்டின்மீது தாள் தொங்கவிடப்படுகிறது. இத்தகைய நிறப்பகுப்புக் கலனின் அமைப்பைப் படம் 7·1 தெளிவாக்குகிறது.

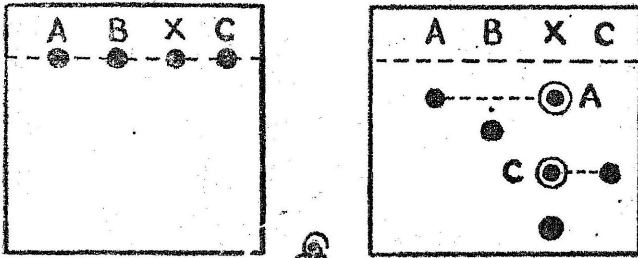
இந்த நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் தாள்கள் செவ்வக வடிவமாகவோ அல்லது சதுர வடிவமாகவோ அமையும்

கலவைகளின் எண்ணிக்கை அதிகமானால், தாளின் அகலத்தைக் கூட்டிக்கொள்ளலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட கலவை குவியங்களாகப் பகுக்கப்படும்போது, சில குவியங்கள் குறிப்பிட்ட சில மூலக்கூறுகளால் உருவானவையாயிருக்கலாம் என்ற ஐயம் தோன்றலாம். அப்போது, ஒரே தாளில் கலவைக்குப் பக்கத்திலேயே அம் மூலக்கூறையும் வைத்து, குவியங்களை நகரவைத்தால், கலவையின் எந்தக் குவியம் தனி மூலக்கூறின் குவியம் நகர்ந்துள்ள அளவே நகர்கிறது என அறியலாம். இத்தகைய ஒப்பு ஆய்வுகளுக்கும் அகலமான தாள்கள் தேவையாகும்.



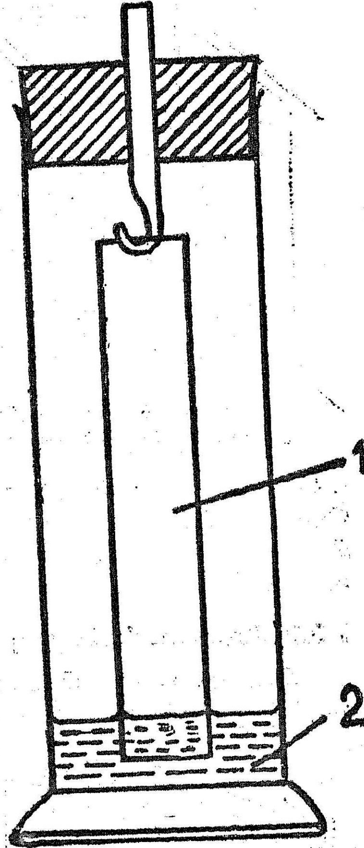
எனவே, மிக மெதுவாகவே பாதிப்படையும் கலவைகளைப் பகுத்தெடுப்பதில், இம் முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.





மட்டத்திற்குச் சற்று உயரத்தில் கலவையை இட்டுக் குழாயை மூடிவிட்டால், குவியங்கள் பிரியத் தொடங்கும்.

குழாய்க்குப் பதிலாக, நீண்ட வாய்வளையாத கண்ணாடி ஜாடிகளையும் பயன்படுத்தலாம். இத்தகைய அமைப்பை படம் 7·3-ல் காண்க. தக்கையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கொக்கிகள் இருக்குமாறு அமைப்பதன் மூலம் ஒரே கலத்தில் பல தாள்களில் கலவைகளைப் பகுக்கலாம்.



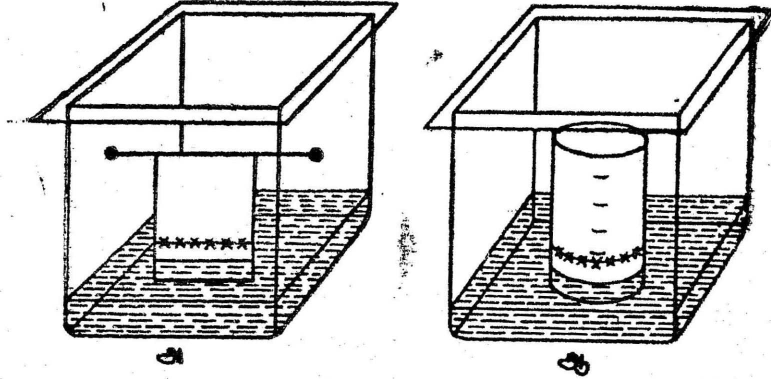
படம் 7·3 ஏறுதாள் நிறப்பகுப்பு
(1 தாள் 2. கரைப்பான்)

பல கலவைகளை ஒரே நேரத்தில் பகுக்கவும், ஒரு கலவையைத் தனி மூலக்கூறுகளுடன் ஒப்பிடும்போதும், அகன்ற, நீண்ட தாள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அப்போது பெரிய கலங்கள் தேவைப்படும். கலங்களின் மேற்பகுதியில் ஒரு குறுக்குச் சட்டம் இருக்கும். இந்தச் சட்டத்துடன் இடுக்கியால் தாள் பிணைக்கப்பட்டுத் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும்.

இதைவிட எளிய முறை தாளையே ஒரு குழல் வடிவில் வளைத்து, இடுக்கியாலோ, ஊசியாலோ, நூலால் தைத்தோ அல்லது ஒட்டும் பொருளாலோ பிணைத்துவிடுவதாகும். இந்தக் குழலை அப்படியே பகுப்புக் கலத்தில் உள்ள கரைப்பானில் நிற்க வைத்துவிடலாம். இவ்விரு அமைப்புகளையும் படம் 7·4 தெளிவாக்குகிறது.

தாளை, ஒரு குழல்போல வளைத்து வைத்துப் பகுக்கும் முறை மிக எளிதாயினும், அதில் ஒரு குறையுண்டு. இத்தகைய வளைந்த குழலில் நீர்மம் ஏறி அது ஊறிவிடும்போது, அதன் விறைப்பாக நிற்கும் தன்மை குறைந்து. அது வளைந்து விழுந்துவிடக்கூடும். இக் குறையை நீக்க, படம் 7·5-ல் காட்டப்பட்டுள்ள சாதனத்தைப் பயன்படுத்தலாம். தாளின் நான்கு

மூலைகளிலும் துளையிட்டு, அவற்றைச் சட்டத்தில் பொருத்தி, பகுப்புக் கலனில் வைக்கவேண்டும். கண்ணாடி அல்லது

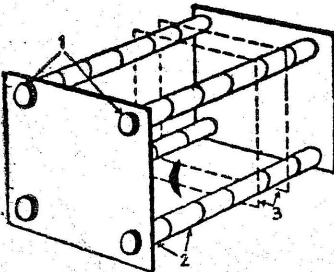


படம் 7.4. ஏறுதாள் நிறப்பகுப்பு (நீண்ட தாள் முறை)
அ. தாளைச் சட்டத்தில் தொங்க விடுதல் ஆ. தாள் குழல் முறை.

உலோகத்தால் ஆன இந்த அமைப்பைப் பயன்படுத்தினால், பெரிய தாள்களைப் பகுப்புக்கலனில் வைப்பதும், அதிலிருந்து நீக்குவதும் எளிது. மேலும், பகுக்கப்பட்ட தாள்களைக் காயவைப்பதும் இந்த அமைப்பில் எளிதாகும்.

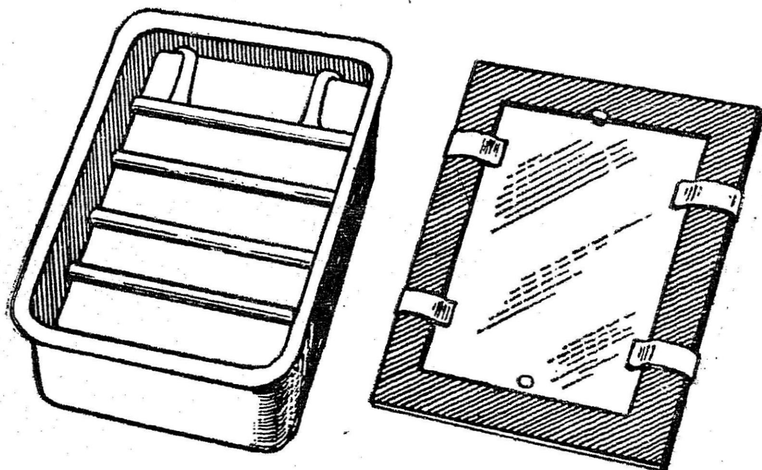
7.3.3 கிடைமட்ட நிறப்பகுப்பு

கிடைமட்ட தாள் நிறப் பகுப்பில் (horizontal paper chromatography), குவியங்கள் பரவ, தந்துகிக் கவர்ச்சி மட்டுமே காரணமாக அமையும். இம் முறையில் பயன் படுத்தப் படும் கலன் உயரமாக அமைய வேண்டியதில்லை. ஒரு சதுர வடிவத்திலுள்ள கலனில் உள்ள தட்டில் நகர் படிவு வைக்கப்படுகிறது. தட்டின் மேற்புறத்தில் சில கண்ணாடித் தண்டுகள் ஒரே தளத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்தத் தளத்தில் நிலைத்திருக்குமாறு, தாள் வைக்கப்படுகிறது. தாளின் கலவை இடப்பட்டுள்ள பகுதியின் நுனி மட்டும் கரைப்பானைத் தொடும்படி அமைக்க வேண்டும்.



படம் 7.5
தாள் நிறப்பகுப்புச் சட்டம்
1. திருகு; 2. தண்டு; 3. தாள்.

இம் முறையில், கலத்தின் உயரம் குறைவாக இருப்பதால், கலத்தின் வளிமப் பகுதி ஒருபடித்தாக அமைகிறது. எனவே,



படம் 7.5(ஆ) கிடைமட்ட நிறப்பகுப்பு முறை

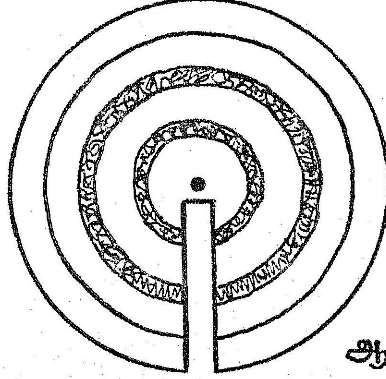
இத்தகு கலங்களில், R_f மதிப்புகள் பெரும்பாலும் மாறுபாடடைவதில்லை. இப் பண்பே, இவ்வகை நிறப்பகுப்பு இப்போது நன்கு வளர்ந்து வருவதற்குக் காரணமாகும்.

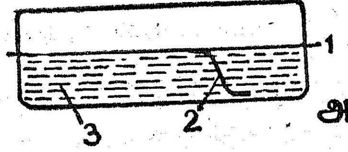
7.3.4 வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பு

வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பில், செய்முறை மிக எளிதாக அமைந்துள்ளது. வட்டவடிவில் வெட்டப்பட்ட தாளில், ஒரு சிறிய வால் அதன் மையப்பகுதிவரை செல்லுமாறு வெட்டித் தொங்கவிடப்படுகிறது. இத்தத் தாளின் மையத்தில், கலவை இடப்படுகிறது.

தாளின் ஆரத்தைவிடச் சற்றுச் சிறிய ஆரத்தையுடைய வட்ட வடிவுள்ள பாத்திரத்தில் நகர்படிவை எடுத்துக் கொண்டு தாளை அதன்மேல் வைத்து, தாளின் வால் கரைப்பானைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்படி வைக்கப்படுகிறது. தாளின்மீது, கலத்தின் மூடி வைக்கப்படுகிறது. தாளின் வால் வழியாக, தந்துகிக் கவர்ச்சியால் தாளின் மையத்திற்கு நகர்படிவு வருகிறது. அங்கிருந்து, ஒரே சீரான வேகத்துடன் தாளின் எல்லாத் திசைகளிலும், கரைப்பானுடன் கலவை

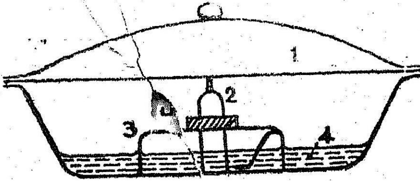
யும் நகரத் தொடங்குகிறது. இதனால், மையத்தில் இடப்பட்ட கலவையானது, பல வளைய வடிவுள்ள குவிபங்களாகப் பகுக்கப் படுகிறது. இம்முறையைப் படம் 7.6 விளக்குகிறது.





படம் 7·6 (அ) வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்புக் கலன்
1. தாள்; 2. தாளின் வால்; 3. நகர்படிவு
(ஆ) நிறப்பகுப்படைந்த தாள்

தாளில் வெட்டப்பட்ட வால்களின் நீளம் மாறுபடுவதாலும், நகர்படிவு சரியாகக் கலவையின் மையத்திற்கு வந்து சேராததாலும், கலவையின் பகுப்பில் சில சிக்கல்கள் உருவாகலாம். எனவே, இப்போது வட்ட வடிவத் தாளிலேயே

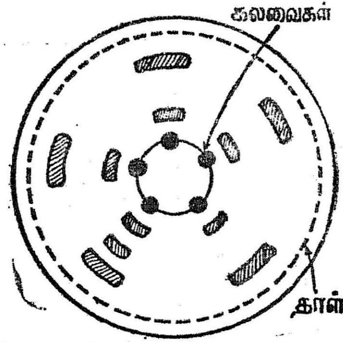


படம் 7·7
வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பின் வால் தாங்கியின் அமைப்பு
1. மூடி
2. தாள் வால்
3. வால் தாங்கி
4. நகர்படிவு

வால் வெட்டப்படுவதில்லை. மாறாக, தனியாக ஒரு சிறிய தாள் ஒரு திரி தாங்கியில் (wick mounter) செங்குத்தாகப் பொருத்தி

வைக்கப்படுகிறது. திரியின் ஒரு நுனி கரைப்பானையும், மறு நுனி தாளின் மையத்தையும் தொட்டுக்கொண்டிருக்குமாறு, கலனின் மையத்தில் தாங்கிப் பொருத்தப்படுகிறது (படம் 7·7 காண்க).

வட்டத்தாளிலும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கலவைகளைப் பகுக்கலாம். அப்போது, தாளின் மையத்தை ஒட்டிய ஒரு சிறிய வட்டத்தில் சம தூரங்களில் கலவைகள் வைக்கப்படுகின்றன. இந்த அமைப்பைப் படம் 7·8 காட்டுகிறது. இவ்வாறு தாளில் இடப்பட்ட கலவைகள், அதனதன் வட்டப் பகுதிக்குள் பல வளையங்களாகப் பகுக்கப்படும்.



படம் 7·8 வட்டத்தாளில் பல கலவைகளை இடுதல்

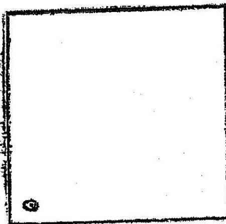
7.3.5 பன்மைத்தாள் நிறப் பகுப்பு

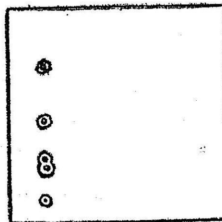
இதுவரை விளக்கப்பட்ட நிறப்பகுப்பு முறைகளில், ஏதேனும் ஒரு நகர்படிவு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நகர்படிவுகள் பயன்படுத்தப்பட்டால், அந்த முறைக்குப் பன்மைத்தாள் நிறப்பகுப்பு (multiple paper chromatography) என்று பெயர். இதில் இரு வகைகள் உண்டு.

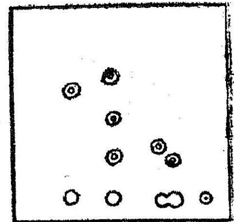
முதல் வகையில், ஒரே தாளில் பல்வேறு நகர்படிவுகளைக் கொண்டு, கலவையை ஒரே திசையில் நகர்த்தி அதைப் பகுக்கலாம். நகர்படிவிலுள்ள கரைப்பான்களின் இயைவைப் படிப்படியாக மாற்றுவதன் மூலம், நகர்படிவின் மின்துருவத் தன்மையைப் படிப்படியாகக் கூட்டலாம். இந்த முறை, குழல் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் தொடர்மாற்ற முறையை ஒத்ததாகும்.

இரண்டாம் வகை, இரு திசைத் தாள் நிறப்பகுப்பு (two-dimensional paper chromatcgraphy) எனப்படும். இம்முறையில், ஒரு சதுர வடிவத் தாளின் ஓரத்தில் கலவையை வைத்து, முதல் கரைப்பானில் பகுத்த பின்னர், அந்தத் தாளை இரண்டாவது கரைப்பானில் 90° சாய்த்து வைக்கப்படுகிறது. இதனால், முதல்

கரைப்பானல் ஓரளவு பகுப்படைந்த கலவை, இரண்டாவது கரைப்பானல் நன்கு பகுக்கப்படுகிறது. படம் 7·9 இதை நன்கு விளக்குகிறது. படம் 7·5-ல் காட்டப்பட்டுள்ள சட்ட அமைப்பில் தாளை வைத்து விட்டால், இரு திசைகளிலும் கலவை பகுக்கப்படும் வரை தாளை வெளியே எடுக்க வேண்டியதில்லை. சட்டத்தை 90° சாய்த்து, இரண்டாவது நகர்படியில் வைப்பது இம் முறையில் எளிதாகும்.







படம் 7·9 இருதிசைத்தாள் நிறப்பகுப்பு

இரு திசைகளில் பகுக்கப்பட்டுக் கிடைக்கும் குவியத்தில் கூட சில பண்பொத்த மூலக்கூறுகள் பகுபடாமல் இருக்கும் வாய்ப்புண்டு. இத்தகு குவியத்தைத் தாளிலிருந்து வெட்டி யெடுத்து, புதிய தாளின் முனையில் வைத்து. மீண்டும் வேறொரு நகர்படியால் பகுக்கலாம். இவ்வாறு, மேலும் மேலும் பகுத்துச் செல்லும் முறைக்கு, பல திசைத் தாள் நிறப்பகுப்பு என்று பெயர்.

7·3·6 சில சிறப்பான முறைகள்

அண்மையில், தாள் நிறப்பகுப்பில் வேறு சில குறிப்பிடத்தக்க புதிய முறைகளும் வளர்ந்துள்ளன.

இறங்கு தாள் நிறப்பகுப்பில், சில குவியங்கள் மெதுவாக நகரலாம். இவற்றைப் பகுக்க, நீண்ட தாள்களைப் பயன்படுத்துவதற்குப் பதிலாக, நகர்படியைத் தாளின் வழியே குறிப்பிட்ட அளவு வழிய விட்டு விடலாம். கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் நன்கு பகுக்கப்பட்டதும், கலத்தைவிட்டுத் தாள் நீக்கப்படுகிறது.

வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பில், கலவைகள் மெதுவாகப் பகுப்படைந்தால், தாளின் மையம் ஒரு சுழற்றியில் (rotator) பொருத்தப்படுகிறது. நகர்படிவு நகரும்போது, தாளும் சுழற்றப்படுகிறது. இதனால் ஏற்படும் மையவிலக்கு விசை (centrifugal force) தந்துகிக் கவர்ச்சியுடன் இணைந்து, கலவையை விரைவில் பகுக்க உதவுகிறது.

7·4 தாளின் வகைகளும் வடிவங்களும்

தாளின் தன்மை, நிறப்பகுப்பைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. எனவே, ஒரே முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட, ஒத்த இயல், வேதிப் பண்புகளையுடைய தாள்களையே நாம் பெரும்பாலும் பயன்படுத்துகிறோம். வாட்மன் தாள்கள் (Whatman papers), இதற்காக விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

7·4·1 செல்லுலோஸ் தாள் வகைகள்

நகர்படிவு வேகத்தின் (flow-rate) அடிப்படையில், தாள்களை வகைப்படுத்தலாம். தாளின் தடிப்பு (thickness) கூடினால், நகர்படிவு வேகமாக நகரும். தாளின் அடர்த்தி குறைந்தாலும், நகர்படிவு வேகமாக நகரும்.

தடிப்பு மிகுந்த தாள்கள், அதிக அளவு கலவையைப் பரவவின்றிப் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன. பல்வேறு வாட்மன் தாள்களை, அவற்றின் தடிப்பின் அடிப்படையிலும், அவற்றில் கரைப்பான்கள் நகரும் வேகத்தின் அடிப்படையிலும், பட்டியல் 7·1 பகுத்துக் காட்டுகிறது.

பட்டியல் 7·1 வாட்மன் தாள்களின் பண்புகள்

தாளின் தடிப்பு	நகரும் வேகம்		
	மிகுதி	நடுநிலை	குறைவு
மெல்லிய தாள்	வாட்மன் 4 ,, 54 ,, 540	வாட்மன் 7 ,, 1	வாட்மன் 2 ,, 20
தடித்த தாள்	வாட்மன் 31 ,, 17	வாட்மன் 3 ,, 3 MM	—

வாட்மன் நிறுவனத்தைத் தவிர, வேறு சில நிறுவனங்களும் தாள் நிறப்பகுப்பிற்குரிய செல்லுலோஸ் தாள்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. ஆனால், அவற்றின் பண்புகளும், பெரும்பாலும், வாட்மன் தாள்களின் பண்புகளுடன் ஒப்பிட்டே குறிப்பிடப்படு கின்றன.

தாள்களில் மாசுகள் (impurities) சிறிதளவு இருந்தாலும், அவை தாளின் பண்புகளில் பெரிய மாறுதல்களை ஏற்படுத்தக் கூடும். அமிலத்தால் கழுவப்பட்ட, சாம்பலற்ற (ashless) தாள்களே பெரும்பாலும் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. இத்தகைய தாள்களில்தான் மாசுகள் மிகக்குறைவாக (< 1%) இருக்கும்.

7·4·2 மாற்றியமைக்கப்பட்ட செல்லுலோஸ் தாள்கள்

மின்துருவத்தன்மை மிகுந்த கலவைகளைப் பகுக்க, அயனி மாற்றத் தன்மை மிகுந்த தாள் வகைகள் பயன்படுத்தப் படு கின்றன. இத்தகு தாள்களில், கார்பாக்சில் (carboxyl) குழுக்கள் மிகுதியாக இருக்கும். நேர் அயனிகள் (cations), அமின்கள், அமினோ அமிலங்கள் போன்ற கலவைகளைப் பகுக்க, இத்தகு தாள்கள் சிறந்தனவாகும். அயனி பரிமாற்றப் பிசின்கள் (ion-exchange resins) கலந்த தாள்களும், மின்துருவத் தன்மை மிகுந்த கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நீர்விலக்குக் கலவைகளைப் பகுக்க, கிசல்கர் கலந்த தாள்கள் ஏற்றன. இத்தகைய கலவைகளை, செல்லுலோஸ் எஸ்ட்டரால் (cellulose ester) தயாரிக்கப்பட்ட தாள்களைக் கொண்டும் பகுக் கலாம். சிலிக்கோன் (Silicone) கலந்த தாள்கள், கொழுப்புப் பொருள்கள் (lipid materials) உள்ள கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன.

7·4·3 கண்ணாடி இழைத் தகடுகள்

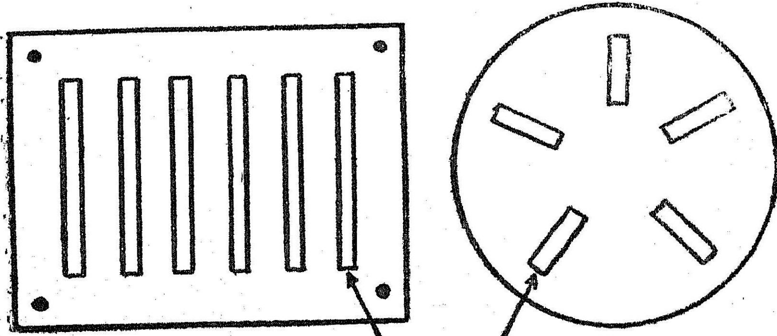
செல்லுலோஸ் தாள்களுக்குப் பதிலாக, கண்ணாடி இழைத் தகடுகள் (glass fibre sheets) அண்மையில் பெருமளவில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. வாட்மன் GF/A, GF/B, GF/C முதலியன இவ்வகையைச் சார்ந்தவை.

செல்லுலோஸ் தாள்களை அரித்து விடக்கூடிய கலவைகளும் அமிலங்களும், கண்ணாடி இழைத் தகடுகளைப் பாதிப்பதில்லை. மேலும், இத் தகடுகளில், பரப்புக் கவர்ச்சி விளைவுகளைத் தவிர்ப்பது எளிது ; பகுப்பும் விரைவாக நிகழ்கிறது.

7·4·4 தாளின் வடிவங்கள்

பல்வேறு தாள் நிறப்பகுப்பு முறைகளுக்கு ஏற்ப, செவ்வக, சதுர, வட்ட வடிவங்களில் நிறப்பகுப்புத் தாள்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. தாள்களின் நுனிகளை வெட்டும்போது ஏற்படும் சில குறைபாடுகள்கூட, நிறப்பகுப்பைப் பாதிக்கக் கூடும். எனவே, குறிப்பிட்ட வடிவங்களில் வெட்டப்பட்டு விற்கப்படும் தாள்களைப் பயன்படுத்துவதே சிறப்பாகும்.

ஒரே சதுர அல்லது வட்ட நிறப்பகுப்புத் தாளில் பல கலவைகளைப் பகுக்கும் முறை, முன்பே விளக்கப்பட்டது. அம் முறையில் கலவை பகுக்கப்படும்போது, ஒரு கலவையின் குவியங்கள் மற்றொரு கலவையின் குவியங்களுடன் கலந்துவிடக் கூடும். இதைத் தடுக்க, தாளில் குவியங்கள் பரவும் பரப்புகளுக் கிடையே சில பகுதிகளை வெட்டியெடுத்துவிடலாம். இவ்வாறு இடையீடிட்ட தாள்கள் (slotted papers) இப்போது எளிதில் கிடைக்கின்றன. இவற்றைப் படம் 7·10 காட்டுகிறது.

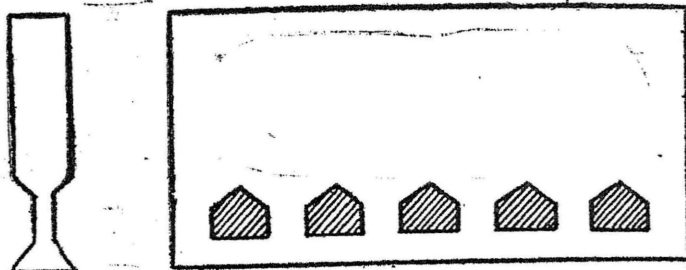


படம் 7·10. இடையீடிட்ட தாள்கள்

தாள்களில், ஒரு சிறு புள்ளியாகவே கலவை இடப்படுகிறது. தாளின் முழுப்பரப்பிலும், ஒரே வேகத்தில் நகர்படிவு நகர்கிறது. தாளில் கலவை இடப்படும் பகுதியின் அகலத்தை மட்டும் சுருக்கி விட்டால், குவியங்கள் நகர்த்தப்படும் வேகம் அதிகரிக்கும். இவ் வகைத் தாள்களை, விரைவுத் தாள்கள் எனலாம் (படம் 7·11 காண்க). இவற்றில், குவியங்களின் வடிவம் வட்ட வடிவில் அமையாமல் சற்று நீண்டு இருக்கும்.

7·5 கலவையைத் தயாரித்தலும், இடுதலும்

கலவையைச் சரியான முறையில் தயாரித்தலும், அக் கலவையைச் சரியான அளவை ஏற்ற முறையில் தாளில்



படம் 7·11. விரைவுத் தாள்கள்

இடுதலும், தாள் நிறப்பகுப்பு நன்கு நிகழ மிகவும் இன்றியமையாத தேவைகளாகும்.

7·5·1 கரைசல் தயாரித்தல்

பகுக்கப்படவேண்டிய கலவை, ஒரு திடப் பொருளாக இருந்தால், அதைத் தகுந்த கரைப்பானில் கரைக்க வேண்டும். எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய அசிட்டோன், குளோரோஃபாம் முதலிய கரைப்பான்களே, கலவையைக் கரைக்கப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கலவையிலுள்ள பகுக்கப்படவேண்டிய சேர்மங்கள், ஏறக்குறைய சம அளவாகவும், மாசுகள் மிகக் குறைந்தனவாகவும் இருக்க வேண்டும். பொதுவாக, தாளில் 10 மை.லி. (மைக்ரோ லிட்டர்; 1 மை.லி. = 10^{-6} லிட்டர்) அளவு கரைசலே வைக்கப்படுகிறது. இந்த அளவு கரைசலில், 1—100 மை.கி. (மைக்ரோ கிராம்; 1 மை.கி = 10^{-6} கிராம்) எடையளவு கலவையேனும் இருக்கும்படிப் பார்த்துக்கொள்ளவேண்டும்.

7·5·2 கரைப்பானுல் பிரித்தல்

ஏதேனும் ஒரு சேர்மம் மட்டும் கலவையில் அதிக அளவு இருப்பின், அதன் குவியம் பிற குவியங்களை மறைத்துவிடக் கூடும். பெரும்பாலான உயிரியல் (biological), மருந்தியல் (pharmaceutical) தயாரிப்புகளில் இத்தகைய சூழ்நிலை உருவாகலாம். அப்போது, தகுந்த கரைப்பானைக் கொண்டு மிகுதியான அளவிலுள்ள சேர்மத்தை நீக்கி, கலவையின் இயைபை முதலில் சமன்படுத்திக் கொள்ளவேண்டும்.

7·5·3 குறுக்கிடும் பொருள்களை நீக்குதல்

தாள் நிறப்பகுப்பு, உயிரியல் மூலக்கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்கவே பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இயற்கையாகக் கிடைக்கும் உயிரியல் கலவையிலுள்ள புரோட்டீன்கள், கொழுப்புகள் (lipids), கனிம அயனிகள் (inorganic ions) ஆகியன தாள் நிறப்பகுப்பைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. இவற்றைத் தனித்தனியே நீக்க, பின்வரும் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

டங்ஸ்டிக் அமிலம் (tungstic acid) போன்ற சேர்மங்களைக் கொண்டு, புரோட்டீன்களை வீழ்படிவாக்கிப் பகுத்தெடுக்கலாம். நுண்வடித்தல் (ultra-filtration) முறையும், சில வேளைகளில் கலவையைப் பகுக்கப் பயன்படுகிறது.

கொழுப்புப் பொருள்கள், கொழுப்பு விழை கரைப்பான்களில் (lipophilic solvents) கரைத்தெடுக்கப்படுகின்றன. சில ஆய்வுகளில், கொழுப்பு கலந்த கலவையைத் தாளில் இட்டு, முதலில் கொழுப்புவிழை கரைப்பான்களில் வைத்துவிடுவதுண்டு. அப்பொழுது, கொழுப்புப் பொருள்கள் மட்டும் கலவையை விட்டு நகர்ந்து, தாளின் உச்சியை அடையும். அப் பகுதியைமட்டும் வெட்டி நீக்கிவிட்டு, அதே தாளை எஞ்சியுள்ள கலவையைப் பகுக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

அயனிகளை நீக்க, மின்னாற்பகுப்பு (electrolysis) முறை முன்பு பயன்படுத்தப்பட்டது. ஆனால், இப்பொழுது பெரும்பாலும் அயனிப் பரிமாற்றப் பிசின்களே உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

7.5.4 தொடர்பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல்

ஒரு கலவையிலுள்ள பொருள்களை நேரடியாகப் பகுப்பதைவிட, அவற்றின் தொடர்பொருள்களைப் (derivatives) பகுத்தல் சில சமயங்களில் பயனுள்ளதாகும். சில எடுத்துக் காட்டுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

(அ) எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய சேர்மங்களை, ஆவியாகாத (non-volatile) தொடர்பொருள்களாக மாற்றி, அவற்றைத் தாளில் பகுக்கலாம்.

(ஆ) கலவையிலுள்ள சேர்மங்கள் நிறமற்றவையாக இருப்பின், அவற்றை நிறமுள்ள தொடர்பொருள்களாக மாற்றித் தாளில் பகுக்கலாம்.

7.5.5 கலவையை இடும் முறை

முதலில், எழுதுகோல் (pencil) ஒன்றினைப் பயன்படுத்தி, கலவையை இடவேண்டிய பகுதியைத் தாளில் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். பெரும்பாலும், புள்ளி வடிவிலேயே கலவை வைக்கப்படுகிறது. தயாரிப்புத் தாள் நிறப்பகுப்பில், கலவை ஒரு பட்டைக் கோடாக (band) வைக்கப்படலாம்.

தாளில் கலவையை இடுவதற்கு, தந்துகிக் குழல்களைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், இம் முறையில் தாளில் இடப்படும் கலவையின் அளவு தோராயமாகக்கூடத் தெரிவதில்லை. எனவே, கலவைகளை இடுவதற்கு, இப்போது மைக்ரோ பிப்பெட்டுகள் (micro-pipettes) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பண்பறி பகுப்பிற்கு, 10 மை.லி., 20 மை.லி. அல்லது 25 மை.லி. பிப்பெட்டுகள் போதுமானவை. ஆனால், அளவறி பகுப்புகளில், 1 முதல் 20 மை.லி. வரை பல்வேறு அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட மைக்ரோ பிப்பெட்டுகள், அல்லது திருகு தண்டுடைய பீச்சுக்குழாய் ஊசிகள் (injector syringes with micrometer screw) பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

10 மை.லி. அளவு வரை, கலவையைத் தாளில் ஒரே முறை இட்டுக் காய வைத்துவிடலாம். ஆனால், அதற்கு மேல் கலவையை இடவேண்டிய நிலை வரும்போது (அதாவது, கரைசலில் கலவையின் அளவு குறைவாக இருக்கும்போது), கரைசலை 10 மை.லி. தவணைகளில் தாளில் இடவேண்டும். ஒரு முறையிட்ட 10 மி.லி. கரைசலிலுள்ள கரைப்பான் காயும்வரை காத்திருந்து, அடுத்த பகுதி கரைசலை இட வேண்டும். கரைசலை விரைவில் உலர்த்த, சிறிய மின்விசிறி களைப் பயன்படுத்தலாம். கலவையிலுள்ள சேர்மங்கள், வெப்பத்தால் பாதிக்கப்படா என்பது உறுதியாகத் தெரிந்தால், தாளைச் சிறிது வெப்பப்படுத்தி, கரைப்பானைக் காயவைக்கலாம்.

7.6 தாள் சமன்பாடடைதல்

தாள் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தும் தாள்களை முதலில் நகர்படிவுடன் நன்கு சமன்பாடடையச் (equilibration) செய்ய வேண்டும். இதற்காக, முதலில் தாள், நகர்படிவுள்ள நிறப் பகுப்புக் கலனில் நீண்டநேரம் வைக்கப்படுகிறது. நிறப்பகுப்புக் கலத்திலிருந்து வளிமம் வெளியேறாதிருக்கும்படி கலன் நன்கு மூடப்படுகிறது.

இறங்கு தாள் நிறப்பகுப்பில், கலனின் அடியில் கரைப்பானை ஊற்றி, தாளைக் கலனின் மேற்பகுதியிலுள்ள தண்டிலிருந்து தொங்கவிடலாம். மேலும், தாள்கள் விரைவில் சமன்பாடடைய, அவை கரைப்பானில் நனைக்கப்பட்டு, கலனின் பக்கச்சுவர்களில் வைக்கப்படலாம். இவ்வாறு தாளைச் சமன்பாடடையச் செய்தபின், நகர்படிவைத் தாளின் மேல் நுனி உள்ள பகுதியில் ஊற்றி, கலனை மூடிவிடவேண்டும்.

ஏறு தாள் நிறப்பகுப்பு முறையில், தாளின் அடிப்பகுதி கரைப்பானைத் தொடாத நிலையில் சமன்பாடு அடையச் செய்து விட்டு, பின்னர் தாளின் அடிப்பகுதி கரைப்பானில் வைக்கப்பட வேண்டும்.

தாள் நிறப்பகுப்பு நிகழும் கலன்களின் கொள்ளளவு குறைந்தால், சமன்பாடில்லாத தன்மையும் குறையும். எனவே, கலன்களின் அளவு எவ்வளவு சிறிதாக இருக்கிறதோ அவ்வளவு சிறப்புடையதாகும்.

ஏறு, இறங்கு தாள் நிறப்பகுப்பு முறைகளைவிட, கிடைமட்டத்தில் செயல்படும் வட்டத்தாள் நிறப்பகுப்பு முறையில் தாள்களின் சமன்பாடில்லாத் தன்மை குறைவு. எனவே, இன்று, வட்டத்தாள் முறை, மற்ற இருமுறைகளைவிடப் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

7·7 கரைப்பான்கள்

7·7·1 கரைப்பான் கோவை

ஹைட்ரஜன் பிணைப்பில் (hydrogen bond) ஈடுபடும் திறனை அடிப்படையாகக் கொண்டு, கரைப்பான்களை வரிசைப் படுத்தலாம் (பட்டியல் 7.2 காண்க). இப் பட்டியலின் தொடக்கத்திலுள்ள கரைப்பான்கள் வலிமை மிகுந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை உருவாக்கக்கூடியன; பட்டியலின் இறுதியிலுள்ளவை இப் பண்பற்றவையாகும். பொதுவாக, தாள் நிறப்பகுப்பில், பட்டியல் 7.2-ல் இருந்து தேர்ந்தெடுக்கப் பட்ட 2 அல்லது 3 கரைப்பான்களைத் தகுந்த விகிதத்தில் கலந்து, நகர்படிவுகளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

பட்டியல் 7.2 தாள் நிறப்பகுப்புக் கரைப்பான்களின் கோவை

எண்	கரைப்பான்	எண்	கரைப்பான்
1.	நீர்	12.	n-அமைல் ஆல்கஹால்
2.	ஃபார்மமைடு	13.	எத்தில் அசிட்டேட்
3.	மெத்தனால்	14.	எத்தில் ஈதர்
4.	அசிட்டிக் அமிலம்	15.	n-பியூட்டில் அசிட்டேட்
5.	எத்தனால்	16.	குளோரோஃபாம்
6.	ஐசோபுரோப்பனால்	17.	பென்சீன்
7.	அசிட்டோன்	18.	டாலுவீன்
8.	n-புரோப்பனால்	19.	சைக்லோ எக்சேன்
9.	t-பியூட்டனால்	20.	பெட்ரோலியம் ஈதர்
10.	ஃபினால்	21.	பெட்ரோலியம்
11.	n-பியூட்டனால்	22.	பாரஃபீன் எண்ணெய்

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட கரைப்பான்களின் கோவையில், t-பியூட்டனாலுக்கு மேலேயுள்ள எல்லாக் கரைப்பான்களும், நீரில் எல்லா விகிதங்களிலும் கரையக்கூடியன. மற்றக் கரைப்பான்கள் நீரில் ஓரளவே கலக்கக்கூடியன; இவை, நீருடன் இரு படிவுகளை உருவாக்கும்.

தாள் நிறப்பகுப்பின் திறன், பயன்படுத்தப்படும் கரைப்பான்களையும், அவை கலக்கப்படும் விகிதங்களையும், இதனால் உருவாகும் கரைசலின் pH அளவையும் சார்ந்திருக்கும்.

7.7.2 நிலைப்படிவு

பயன்படுத்தப்படும் கரைப்பான்களின் அடிப்படையில், தாள் நிறப்பகுப்பை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(அ) நீர் நிலைப்படிவு: பெரும்பாலான தாள் நிறப்பகுப்புகளில், தாளே நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தாள், நீரைத் தானாகவே உட்கவர வழி செய்யப்படுகிறது. நீராவி

நிறைந்த ஓர் அறையில் தாளை வைத்துவிட்டால், தாள் நீரைத் தன்னுள் கவர்ந்துகொள்ளும். உப்புநீர் அல்லது நிலைமாறாக் கரைசல்கள் நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தப்படும்போது, இவற்றில் தாள் நனைத்தெடுக்கப்பட்டுக் காயவைக்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் நகர்படிவில் உள்ள நீரே நிலைப்படிவாகவும் பயன்படுவதும் உண்டு.

(ஆ) நீர்விழை கரிமக் கரைப்பான் நிலைப்படிவு : நீர்விழை கரிமக் கரைப்பான்கள் (hydrophilic organic solvents) நிலைப்படிவாகப் பயன்படும்போது, பின்வரும் வழிகளில் நிலைப்படிவை அமைக்கலாம் :

கரைப்பான் எளிதில் ஆவியாகக்கூடியதாக இருந்தால், கரைப்பானின் ஆவி நிறைந்த கலனில் தாளை வைத்து, கரைப்பானைத் தாள் கவர்ந்துகொள்ளுமாறு செய்யலாம். மெத்தனால், இவ்வாறு நிலைப்படிவாக்கப்படுகிறது.

ஃபார்மமைடு போன்ற எளிதில் ஆவியாகாத கரைப்பானை நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தும்போது, இந்தக் கரைப்பானை எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய மெத்தனாலுடன் கலந்து, கலவையில் தாளை நனைத்து நன்கு காயவைக்கவேண்டும். மெத்தனால் ஆவியானபின், நிலைப் படிவுக் கரைப்பான் மட்டும் தாளில் எஞ்சும்.

(இ) மாற்றுத்தாள் நிறப் பகுப்பு (நீர்நீக்குக் கரைப்பான் நிலைப் படிவு): முன்பு விளக்கப்பட்ட மாற்றுப் பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்பைப் போலவே, மாற்றுப் பங்கீட்டுத் தாள் முறையிலும் (reverse paper chromatography), மின்துருவத்தன்மை குறைந்த நீர்நீக்குக் கரைப்பான் நிலைப்படிவாகவும், மின்துருவத் தன்மை மிகுந்த நீர்விழை கரைப்பான் நகர்படிவாகவும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

இம் முறையில், தாளிலுள்ள ஹைட்ராக்சில் குழுக்கள், முதலில் எஸ்ட்டர் குழுக்களாக வேதிவினைமாற்றம் செய்யப் படுகின்றன (—OH→ —$OCOCH_3$). இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட தாள்களில் நீர்விழைதிறன் குறைந்துவிடுகிறது. இவை மாற்றுத்தாள் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மாற்றுத்தாளில் பயன்படுத்தப்படும் நிலைப்படிவுக் கரைப் பான் எளிதில் ஆவியாகக்கூடியதாக இருப்பின், முன்பு குறிப் பிட்டதைப்போலவே, தாள் கரைப்பானை உட்கவர்ந்துகொள்ள வழி செய்யப்படுகிறது. கரைப்பான் எளிதில் ஆவியாகாவிடின்

அதைப் பெட்ரோலியம் ஈதருடன் கலந்து, கிடைக்கும் கலவையில் தாளை நனைத்து உலரவைக்கவேண்டும்.

7·7.3 நகர்படிவு

தாள் நிறப்பகுப்பில், பலவகை நகர்படிவுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் தன்மைக்கேற்ப, நகர்படிவுக் கரைப்பான்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. தாள் நிறப்பகுப்பில், பெரும்பாலும் நகர்படிவு ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட கரைப்பான்களின் கலவையாகவே அமையும். இக்கலவைகளை ஆய்வு நடைபெறச் சிறிது நேரத்திற்குமுன் தயாரித்துக்கொள்வதே சிறப்பாகும். நகர்படிவக் கரைப்பான்கள் சிலவற்றையும், அவற்றைக்கொண்டு பகுக்கக்கூடிய கலவைகளையும் பட்டியல் 7·3-ல் காண்க.

பட்டியல் 7·3 தாள் நிறப்பகுப்பில் பயன்படும் கரைப்பான்கள்

எண்	கலவை	கரைப்பான்	விகிதம்
1.	அமினோ அமிலங்கள்	ஃபினால், தண்ணீர்	நிறை கரைசல் (saturated soln.)
		ஃபினால், நீர், அம்மோனியா	நிறை கரைசல் 200 : 1
		n-பியூட்டனால், அசிட்டிக் அமிலம், நீர்	4 : 1 : 5
2.	சர்க்கரைகள்	எத்தில் அசிட்டேட், அசிட்டிக் அமிலம், நீர்	3 : 1 : 3
3.	கொழுப்பு அமிலங்கள்	n-பியூட்டனால், 1·5 M அம்மோனியா	நிறை கரைசல்
4.	Co, Mn, Ni, Cu, Fe (குளோரைடுகள்)	அசிட்டோன், அடர் HCl, நீர்	87 : 8 : 5
5.	F^-, Cl^-, Br^-, I^- (சோடியம் உப்புகளாக)	பிரிடீன், நீர்	90 : 10
6.	Hg, Pb, Cd, Cu, Bi (குளோரைடுகள்)	n-பியூட்டனால், 3 M HCl	நிறை கரைசல்

7·8 கண்டறியும் முறைகளும் அளவீட்டு முறைகளும்

பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளைப்போலவே, தாள் நிறப்பகுப்பு முறையிலும், வண்ண மூலக்கூறுகள் உள்ள கலவையைக் கண்டறிவது எளிது. ஆனால், பல கலவைகள், தாமே வண்ண முடையவையாய் அமைவதில்லை. எனவே, இங்கும் புதிய கண்டறியும் முறைகளை உருவாக்கவேண்டியுள்ளது.

7·8.1 இயற்பியல் முறைகள்

உயர் அழுத்த பாதரச ஆவி விளக்கிலிருந்து (high pressure mercury vapour lamp) வரும் *uv*-ஒளியில் ஆன்த்ரசீன், நாப்தலீன் போன்ற மூலக்கூறுகள் நன்கு ஒளிர்கின்றன. தாள் நிறப் பகுப்பில் இப் பண்பு பயனுள்ளதாகும்.

240 — 260 $m\mu$ அலை நீளங்களுக்கிடையிலான *uv*-ஒளி (புற ஊதாக் கதிர்கள்) ஒரு பாதரச ஆவி விளக்கிலிருந்து ஒளிர் பொருள் (phosphor) பூசப்பட்ட நிறப்பகுப்புத் தாளில் படும் போது, தாள் ஒளிர்கிறது (fluorescence). பல கரிம மூலக்கூறுகள் *uv*-ஒளியை உட்கவர்ந்துகொள்கின்றன. இத்தகு மூலக் கூறுகள் உள்ள கலவையை ஒளிர்பொருள் உள்ள தாளில் பகுத்துப் பின்னர் அத் தாளின்மீது *uv*-ஒளியைப் பாய்ச்சினால், குவியங்கள் உள்ள பகுதிகளில் உள்ள மூலக்கூறுகள் கதிர்களை உட்கவர்ந்துகொள்ளும்; எனவே, அப் பகுதிகள் மட்டும் ஒளிராது. இவ்வாறு, தாளில் ஒளிராத பகுதிகள் மூலகங் களின் குவியங்கள் என்பதை எளிதில் அறியலாம்.

7·8·2 வேதியியல் முறைகள்

வேதியியல் முறையில், வண்ணமூட்டிகளை (colouring reagents) தாளில் நிறப்பகுப்பு முடிந்தபின் ஒரே சீராகத் தெளிக்க வேண்டும். இவ்வாறு தெளிப்பதற்கு, பல வடிவங்களில் தெளிப்பான்கள் (sprayers) கிடைக்கின்றன. கனிம, கரிமப் பொருள்களைக் கண்டறியப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தும் வண்ணமூட்டிகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

(அ) நேர் அயனிகளுக்கான வண்ணமூட்டிகள்: நேர் அயனிகள் (cations), சில குறிப்பிட்ட வண்ணமூட்டிகளுடன் வினைபுரிந்து வண்ணங்களைத் தருகின்றன.

(i) ரூபியானிக் அமிலம் (rubianic acid), சாலிசிலால் டாக்சைம் (salicylaldoxime), அலிசரின் (alizarin) ஆகியவற்றின் கலவை (RSA). 0·1% எ/ப (எடை/ பருமன், weight/volume) எத்தனால் கரைசலைத்

தாளில் தெளித்து, அம்மோனியா ஆவியில் காட்டிய பின் உலரவிடவேண்டும்.

(ii) டைஃபினைல் கார்பசைடு (diphenyl carbazide): 1% எ/ப எத்தனால் கரைசலைத் தாளின்மீது தெளித்து, உடனே அம்மோனியா ஆவியில் காட்டி, அடுத்துப் பின்னணி வண்ணம் மங்கும்வரை உலரவிட வேண்டும்.

(iii) ரூபியானிக் அமிலம்: 0·1% எ/ப எத்தனால் கரைசலும், நீரும் 1·5% ப/ப இருக்குமாறு கலந்து, தாளை அம்மோனியாவில் காட்டியபின் தாளின்மீது தெளிக்கவேண்டும்.

(iv) அம்மோனியம் சல்ஃபைடு: பகுப்படைந்த தாளை, இதன் கரைசலில் நனைத்து, பின் தாளை உலரவிட வேண்டும்.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட நான்கு வண்ணமூட்டிகள் நேர் அயனிகளுடன் வினைபுரிந்து உருவாக்கும் வண்ணங்களைப் பட்டியல் 7·4-ல் காண்க.

பட்டியல் 7·4 நேர் அயனிகளின் வண்ண வேதி வினைகள்

எண்	வண்ணமூட்டி / அயனி	RSA	டைஃபினைல் கார்பசைடு	ரூபியானிக் அமிலம்	அம்மோனியம் சல்ஃபைடு
1.	Cd^{2+}	—	—	மஞ்சள்	மஞ்சள்
2.	Co^{2+}	ஆரஞ்சு	ஊதா	ஆரஞ்சு	கருமை
3.	Cu^{2+}	பசுமை	—	பசுமை	கருமை
4.	Fe^{2+}	ஊதா/பழுப்பு	இளஞ்சிவப்பு	பழுப்பு	கருமை
5.	Pb^{2+}	—	கருஞ்சிவப்பு	—	கருமை
6.	Mn^{2+}	இளம்பழுப்பு	இளஞ்சிவப்பு	—	—
7.	Hg^{2+}	—	கருஞ்சிவப்பு	—	கருமை
8.	Ni^{2+}	ஊதா	சிவப்பு	நீலம்	கருமை
9.	Zn^{2+}	ஊதா	இளஞ்சிவப்பு	—	—
10.	Bi^{3+}	—	இளஞ்சிவப்பு	மஞ்சள்/பழுப்பு	கருமை

(ஆ) கரிம மூலக்கூறுகளின் வண்ண மூட்டிகள்: கலவையிலுள்ள கரிம மூலக்கூறுகளின் வினைக் குழுக்களின் பண்புகளுக்கு ஏற்ப வண்ணமூட்டிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அமினோ அமிலங்களைக் கண்டறிய, நின்ஹைட்ரின் (ninhydrin) (0·2% எ/ப அசிட்டோன் கரைசல்) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக் கரைசலை உபயோகிக்குமுன் அதனுடன் சில துளிகள் பிரிடின் சேர்த்துக்கொள்ளவேண்டும். நின்ஹைட்ரின் கரைசலை நிறப்பகுப்புத் தாளின்மீது தெளித்து, அதை 105°C வெப்பநிலையில் உலரவிடவேண்டும். இவ் வினையில் உருவாகும் வண்ணங்கள் பின்வருவன:

(i) கருஞ்சிவப்பு: அலனீன், ஆர்ஜினீன், கிளைசீன், லியூசீன்

(ii) மஞ்சள்: புரோலீன், ஹைட்ராக்சி புரோலீன்.

7·8.3 உயிர்வேதியியல் முறைகள்

சில சமயங்களில், உயிர்வேதியியலை அடிப்படையாகக் கொண்ட பண்புகளும் ஒரு கலவையின் குவியங்களைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, அமிலோஸ் (amylose) என்ற உயிர்வினையூக்கியை (enzyme), ஒரு கலவையிலிருந்து பிரித்தெடுத்துக் கொள்வதாகக் கொள்வோம். நிறப்பகுப்பு முடிந்ததும், தாளின் மீது ஸ்டார்ச் (starch) கரைசல் தெளிக்கப்படுகிறது. அமிலோஸ் உள்ள பகுதி ஸ்டார்ச்சுடன் வினைபுரிகிறது. சிறிது நேரத்திற்குப் பின், தாளில் அயோடின் ஆவியைப் படியவிட்டால், ஸ்டார்ச் படிந்த பகுதிகள் நீலமாகவும், அமிலோஸ் இருக்கும் பகுதிகள் நிறமற்றும் காணப்படும்.

7·8·4 மூலக்கூறுகளை அடையாளம் கண்டுபிடித்தல்

நிறப்பகுப்படைந்த மூலக்கூறுகளைச் சரியாக அடையாளம் கண்டுபிடிக்க, R_f மதிப்பும், R_x மதிப்பும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

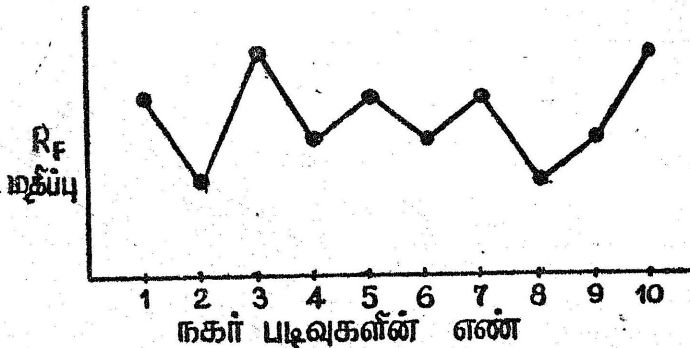
ஒரே தாளில், கலவை இடப்பட்ட இடத்திற்குப் பக்கத்தில் கலவையில் இருக்கக்கூடும் எனக் கருதப்படும் மூலக்கூறினைத் தனித்து இட்டு, நிறப்பகுப்பை நடத்தவேண்டும். கலவையிலிருந்து வரும் குவியமும், தனியாக இடப்பட்ட மூலக்கூறின் குவியமும் ஒரே தூரத்தில் இருக்கின்றனவா என்று காண வேண்டும். இவ்வாறு கணக்கிடப்படும் R_f மதிப்புகள் ஒன்றாக

இல்லாவிட்டால், இரு குவியங்களும் வெவ்வேறு மூலக்கூறு களால் ஆனவை என முடிவு செய்யலாம். ஆனல், R_f மதிப்புகள் ஒன்ருக இருப்பின், அந்த இரு குவியங்களிலும் ஒரே மூலக் கூறுகளே உள்ளன என்று உறுதியாகக் கூறமுடியாது. ஏனெனில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மூலக்கூறுகளும் ஒரே R_f மதிப்பைப் பெற்றிருக்கலாம். எனவே, குவியங்களை உறுதி யாகக் கண்டறியப் பின்வரும் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

7·8·5 நிறப்பகுப்பு நிறமாலை

வெவ்வேறு மூலக்கூறுகள் பல நகர்படிவுகளிலும் ஒரே வகையில் செயல்படுவது அரிது என்பதே இம் முறையின் அடிப் படையாகும். பல நகர்படிவுகளில், ஒரு மூலக்கூறின் R_f மதிப்பு களைக் கண்டறிந்து, அவற்றை நகர்படிவுகளின் வரிசைப்படி வரைபடமாக வரைந்து கொள்ளவேண்டும். இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் வரைபடத்திற்கு நிறப்பகுப்பு நிறமாலை (chromatographic spectrum) எனப் பெயர் (படம் 7·12 காண்க).

இவ்வாறு ஒவ்வொரு மூலக்கூறுக்கும் ஒரு வரைபடம் உருவாக்கப்படுகிறது. கலவையிலுள்ள குவியத்தைத் தனியாகப் பகுத்தெடுத்து, முன் குறிப்பிட்ட வரைபடங்கள் தயாரிக்கப் பட்ட சூழலிலேயே வெவ்வேறு நகர்படிவுகளில் அதன் R_f மதிப்புகளைக் கண்டறியவேண்டும். இவ்வாறு கிடைக்கும் வரை படம் எந்த மூலக்கூறின் வரைபடத்துடன் ஒத்துள்ளது



படம் 7·12. நிறப்பகுப்பு நிறமாலை

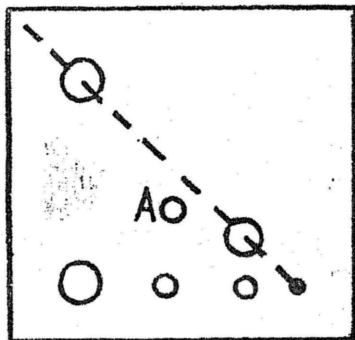
என்பதை ஆராய்ந்து, அக் குவியத்திலுள்ள மூலக்கூறினைக் கண்டறியலாம்.

7·8·6 குறுக்குவிட்ட முறை

பகுக்கப்படும் கலவையில் உள்ள ஒரு குவியம், ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறாக இருக்கக்கூடும் என்ற எண்ணம் எழும் போது, இம் முறை பெரிதும் பயன்படும். இம்முறை இரு திசைத் தாள் நிறப்பகுப்பு முறையை ஒத்ததாகும்.

தாளில் கலவை இடப்பட்டு, ஒரே நகர்படிவால் இரு திசைகளிலும் பகுக்கப்பட்டால், கலவை இரு திசைகளிலும் ஒரே வேகத்தில் நகர்ந்து, தாளின் குறுக்குவிட்டத்தில் குவியங்கள் அமையும். ஒரு திசையில் கலவை பகுக்கப்பட்டபின், ஐயுறும் குவியத்தில் எதிர்பார்க்கும் மூலக்கூறுடன் வினைபுரியக்கூடிய ஒரு மூலக்கூறினை இடவேண்டும். நாம் இட்ட மூலக்கூறுடன் குவியம் வினைபுரிந்திருந்தால் மறு திசையில் அதே நகர்படிவில் நிறப்பகுப்பு செய்யப்படும்போது, அக் குவியம் குறுக்குவிட்டத்தைவிட்டு விலகிவிடும் (படம் 7·13 காண்க).

இம் முறை, தாளிலேயே மூலக்கூறுகளை அவற்றின் வேதிவினையைக்கொண்டு கண்டறிய உதவுகிறது.



படம் 7·13. குறுக்குவிட்டமுறை

(A-குறுக்குவிட்டத்திலிருந்து விலகிய குவியம்)

7·8.7 அளவீட்டு முறைகள்

தாள் நிறப்பகுப்பில், குவியங்களைத் தாளிலிருந்து நீக்காமல் அளவிட்டறியும் முறைகளுக்கு உள் முறைகள் (in situ methods) என்று பெயர்.

பிற நிறப்பகுப்புகளில் செய்வதைப்போல், தாள் நிறப்பகுப்பிலும், குவியங்களைத் தனியே பகுத்தெடுத்து, அவற்றைத் தாளைவிட்டு நீக்கி ஆராயலாம்.

(அ) உள் முறைகள் : உள்முறைகளின் வெற்றி, கலவையைச் சரியாக அளந்து, சரியான வடிவில் வைத்து, குவியங்களை வட்டவடிவில் உருவாக்கி, அவற்றின் வடிவம் சிதையாமல் வண்ணமூட்டி அளவிடுவதைப் பொறுத்ததாகும்.

நேர் ஒப்பீட்டு முறை உள் முறைகளில் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இம் முறையில், கலவையிலுள்ள குவியத்திற்கு

ஏறத்தாழ சமமான அளவில் பல்வேறு அடர்வுள்ள தனி மூலக் கூறுகளை வரிசையாக வைத்து, கலவையுடன் நிறப்பகுப்பில் ஈடுபடுத்தலாம். பின்னர், குவியங்களுக்கு நிறமூட்டி, எந்த அடர்வுக் குவியம், கலவைக் குவியத்தின் அளவே வண்ண முடையதாய் அமைந்துள்ளது எனக் காணலாம்.

அடர்த்திமானி (densitometer) முறையில், கலவை பகுக்கப் பட்ட தாள் அடர்த்திமானியின் ஊடே செல்லும்போது, கலவையின் அளவிற்கேற்ப அடர்த்தி வேறுபடுகிறது. இந்தப் பண்பே குவியங்களின் அளவைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது.

(ஆ) வெளி முறைகள் : வெளி முறைகளில், பகுக்கப்பட்ட குவியங்களை அப்படியே முழுமையாகத் தாளிலிருந்து கரைத்து எடுப்பது மிக முக்கியப் பணியாகும்.

குவியங்கள் வண்ணமற்றவையாக இருந்தால், நிறப் பகுப்பைத் துவங்குமுன் குவியங்கள் இருக்குமிடத்தைச் சரியாகக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். இதற்குப் பின்வரும் முறை கையாளப்படுகிறது :

பகுக்கப்படும் கலவைக்குப் பக்கத்தில் தேவையான மூலக் கூறினையிட்டு, நிறப்பகுப்பு முடிந்ததும், தாளைக் கலவைக்கும், மூலக்கூறுக்குமிடையே வெட்டி, மூலக்கூறு வைக்கப்பட்ட தாளின் பகுதியில் வண்ணமூட்டலாம். இந்தத் தாளில் குவியம் உள்ள பகுதியில்தான், கலவை பகுக்கப்பட்ட தாளிலும் குவியம் இருக்கவேண்டும். அந்தத் தாள் பகுதியை வெட்டியெடுத்துத் தகுந்த கரைப்பானில் கரைத்து, அளவறி பகுப்பாய்வு செய்து கொள்ளலாம்.

7·9 தயாரிப்புத் தாள் நிறப்பகுப்பு

தாள் நிறப்பகுப்பில் பகுக்கப்படும் கலவையின் அளவு மிகக் குறைவு. எனவே, தயாரிப்பிற்குத் தாள் நிறப்பகுப்பு முறை அவ்வளவு பயன்படாது என்று கருதப்பட்டது. ஆனால், பல மி.கி. (milligram) அளவு வரை கலவைகளைப் பகுத்தெடுக்கும் தயாரிப்புத் தாள் நிறப்பகுப்பு முறைகள் இன்று வளர்ந்துள்ளன. இந்த மி.கி. அளவு மூலக்கூறுகளை, பண்பறி பகுப்பாய்வின் வழியாக இனங்காணும் வழிகளும் கண்டறியப்பட்டுள்ளதால் தயாரிப்புத் தாள் நிறப்பகுப்பு முறை (preparative paper chromatography) இன்று வேகமாக வளர்ந்து வருகிறது.

7·9·1 தடித் தாள்கள்

வாட்மென் 3-MM வகைத் தாள்கள் கெட்டத்தட்ட தடித்த அட்டைபோன்ற வடிவில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வட்டைகளில், கலவையை ஒரே பட்டையாக (streak) வைத்து, ஏறு அல்லது இறங்குதாள் நிறப்பகுப்பைச் செயல்படுத்தலாம். நிறப்பகுப்பிற்குப் பின், குவியங்கள் நகர்படிவு திசைக்குச் செங்குத்துத் திசையில் பட்டை பட்டையாகப் பிரிந்து நிற்கும். தாளை அப்படியே வெட்டிப் பகுப்பதன்மூலம் இவற்றைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

7·9·2 நிறப்பகுப்புக் கற்றை

தாள்களை ஒன்றன் பக்கத்தில் ஒன்றாக அடுக்கி வைக்கும் கற்றைக்கு நிறப்பகுப்புக் கற்றை (chromotopack) என்று பெயர்.

கலவையைப் பட்டையாக ஒரே உயரத்தில் தாள்களில் இட்டு, அந்தத் தாளுக்கிடையில் பிளாஸ்டிக் தாள்களை வைத்து, இறுக்கிக் கொள்ளவேண்டும். இவ்வாறு இறுக்கப்பட்ட தாள் கற்றையை அப்படியே நகர்படிவில் வைத்து, குவியங்களைப் பகுத்தெடுக்கலாம்.

மற்றொரு முறையில், தாள்களுக்கிடையில் எந்தத் தடுப்பும் வைப்பதில்லை. கற்றையை அப்படியே நிறப்பகுப்புச் செய்தபின், ஏதேனும் ஒரு தாளில் வண்ணமூட்டி, குவியங்களைக் கண்டறியலாம். அதே அளவு உயரத்தில் உள்ள குவியங்களைப் பிற தாள்களிலிருந்து வெட்டிச் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

7·9·3 நிறப்பகுப்பு அடுக்கு

இம் முறையில், குறைந்த ஆரமுள்ள வட்ட வடிவமுள்ள நிறப்பகுப்புத் தாள்கள், ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அழுந்தி அடுக்கி வைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய தாள் தொகுதியை, நிறப்பகுப்பு அடுக்கு என்கிறோம் (chromopile). இந்தக் கற்றையின் அடிப்புறத்தில் உள்ள தாள்கள் ஒன்று அல்லது இரண்டில் கலவை இடப்பட்டு, ஏறு நிறப்பகுப்பு செயல்படுத்தப்படுகிறது. நிறப்பகுப்பு முடிந்தபின், 5, 10, 15, 20 ஆம் தாள்கள் போல் இடையிடையே உள்ள தாள்களை எடுத்து, அவற்றினுள் பகுப்படைந்த குவியங்கள் கண்டறியப்படுகின்றன. இதன்பின், மற்ற தனித்தனித் தாள்களில் உள்ள குவியங்களைப் பிரித்து எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

தயாரிப்புத் தாள் நிறப்பகுப்பு ஓரளவு வளர்ந்திருந்தாலும், இதில் தயாரிக்கப்படும் மூலகங்களின் எடை மிகக் குறைவாகும். தாள்கள் பலவற்றை ஒன்ருக வைக்கும்போது, குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்துவிடாமல் பார்த்துக் கொள்வதும் எளிதன்று. இதனுல்தான், தயாரிப்புத் தாள் நிறப்பகுப்பு முறைகள் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

7·10 தாள் நிறப்பகுப்பின் பயன்கள்

கலவைகளை விரைவாகப் பகுத்தெடுப்பதிலும், புதிய மூலக் கூறுகளைக் கண்டறிவதிலும், தாள் நிறப்பகுப்பு விரிவாகப் பயன்படுகிறது.

கரிம வேதியியல், ஆல்கலாய்டுகள், டெர்ப்பீன்கள் ஆகிய வற்றின் கலவைகளைப் பகுத்தெடுக்கவும், புதிய வகைத் தாவரப் பொருள்களைக் கண்டறியவும், இம்முறை பெரிதும் பயன்படு கிறது. ஆனுல், எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய ஹைட்ரோ கார்பன்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆகியன இம் முறையில் சரிவரப் பகுக்கப்படுவதில்லை.

கனிம வேதியியலில், பல்வேறு நேர் அயனிகளின் கலவை களை மிக விரைவாகவும், எளிதாகவும் பகுத்து ஆராய, இம் முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது. உப்புகளின் கலவைகளைப் பிரித் தெடுப்பதிலும், இம் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உயிர் வேதியியலில், கார்போஹைட்ரேட்டுகள், அமினே அமிலங்கள், நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் ஆகியவற்றைப் பகுத் தெடுப்பதில், தாள் நிறப்பகுப்பு முறையே இன்றும் சிறப்பாகப் பயன்பட்டு வருகிறது.

மருத்துவத் துறையில், அமினே அமிலக் குறைவு போன்ற நோய்க் காரணங்களைக் கண்டறியத் தாள் நிறப்பகுப்பு பயன்படு கிறது.

7.11 ஆய்வுகள்

7.11.1 பலநிறமுள்ள மைகளின் கலவையைப் பகுத்தல்

இந்த எளிய ஆய்வில் பகுக்கப்படும் பொருள்களே வண்ண முடையனவாக இருப்பதால் தனியாக வண்ணமூட்டிகளைப் பயன்படுத்தத் தேவையில்லை.

3 — 5 செ.மீ. அகலமும், 10 — 20 செ.மீ. நீளமும் உள்ள வாட்மன்-1 (அல்லது வாட்மன்-3) தாளின் அடிப்புறத்திலிருந்து

1 செ.மீ. உயரத்தில் கறுப்பு, நீலம், பசுமை, சிவப்பு ஆகிய வண்ண மைகளும், அவற்றின் கலவைகளும் தனித்தனிப் புள்ளிகளாக வைக்கப்படுகின்றன. வண்ண மைகள் பேனைக் களையே புள்ளிகளாயும், கலவைகளையும் இடப் பயன்படுத்தலாம். மெத்தனால், தண்ணீர், அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் ஆகியன 82 : 9 : 9 என்ற பருமவிகிதத்தில் இருக்குமாறு கரைப்பான் கலவையைத் தயாரித்துக்கொள்ளவேண்டும். இந்த நகர்படிவை, ஓர் உயரமான கண்ணாடிச் சாடியில் 0.5 செ.மீ. ஆழத்திற்கு ஊற்றி, தாளை அதில் வைக்க வேண்டும். ஏறக்குறைய 5 மணித்துளிகளில் (minutes) வண்ணக் கலவைகள் பிரிந்துவிடக் காணலாம்.

இந்த ஆய்வினை மிக எளிய முறையிலும் செய்யலாம். செய்தித்தாளின் அச்சிடாத ஓரங்களை வெட்டி எடுத்துக் கொண்டு, கலவையை இட்டு, நீரை நகர்படிவாகத் திருகு மூடியுள்ள ஹார்லிக்ஸ் புட்டியில் பயன்படுத்தி, வண்ண மைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

7.11.2 கோபால்ட், மாங்கனீஸ், நிக்கல், துத்தநாகம் ஆகியவற்றின் குளோரைடுகளைப் பகுத்தல்

100 மி.லி. கலவைக்கரைசலில், ஒவ்வோர் உலோகமும் 0·05 கிராம் இருக்கும்படி உலோகக் குளோரைடுகள் கலக்கப்படுகின்றன. 3·5 செ.மீ. அகலமும், 20-25 செ.மீ. நீளமும் உள்ள வாட்மன்-1 (அல்லது வாட்மன்-5MM) தாளில், அடியிலிருந்து 1-1.5 செ.மீ. உயரத்தில், ஒரு தந்துகிக்குழலைக்கொண்டு, 5 மை.லி. (மைக்ரோ லிட்டர்) வீதம் 10 மை.லி. கலவை இடப்படுகிறது.

அடுத்து, தாளானது அசிட்டோன், அடர் HCl, தண்ணீர் ஆகியன 87 : 8 : 5 என்ற பருமவிகிதத்தில் கலந்துள்ள நகர்படிவில் வைக்கப்படுகிறது. நகர்படிவு ஏறக்குறைய 15-20 செ.மீ. உயரம் வந்ததும், தாள் வெளியே எடுக்கப்பட்டு, காயவைக்கப் படும். பின்னர், தாளின் மீது டைஃபீனைல் கார்பசைடு (diphenyl carbazide) என்ற வண்ணமூட்டி தெளிக்கப்படுகிறது. தாளில், உலோக அயனிகள் தனித்தனிக் குவியங்களாகப் பிரிந்திருப்பதைக் காணலாம். தாளில், கீழிருந்து மேல்நோக்கிப் பகுக்கப் பட்டுள்ள குவியங்களின் வரிசை பின்வருமாறு: நிக்கல், மாங்கனீஸ், கோபால்ட், துத்தநாகம். இவை, முறையே, சிவப்பு, இளஞ்சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு (purple), இளஞ்சிவப்பு, நிறங்களைப் பெற்றிருக்கும்.

8. மென்படல நிறப்பகுப்பு

நிறப்பகுப்பு முறைகளில், தாள் நிறப்பகுப்புக்கு அடுத்த எளிய முறை மென்படல நிறப்பகுப்பாகும். அம்முறையில், கனிம அயனிகளும், உட்கூட்டுப் பொருள்களும், மற்றும் புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட அல்லது தாவர உயிர்ப் பொருள்களிலிருந்து கிடைக்கும் கரிம மூலக்கூறுகளும் வெகு விரைவில் பகுப்படைகின்றன.

தாள் நிறப்பகுப்பைவிட மென்படல நிறப்பகுப்பில் குவியங்கள் பரவுவது குறைவு. எனவே, மிகக்குறைந்த பரப்பில் பெருமளவு கலவைகளைப் பகுக்கவும் இம்முறை பயன்படுகிறது. சில மை.கி. (Mg = microgram = 10^{-6} gram) அளவு முதல் 5 கிராம் வரை எடையுள்ள கலவையை இம் முறையில் பகுக்கலாம். பண்பறி, அளவறி பகுப்பாய்வுகளிலும் இம் முறை பயன்படுகிறது.

மென்படல நிறப்பகுப்பு, குழல் நிறப்பகுப்புடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. எனவே, குழல் நிறப்பகுப்புக்கான கரைப்பான் முதலியவற்றை எளிதில் தேர்வுசெய்யவும், அம் முறையில் பகுக்கப்பட்ட குவியங்களை மீண்டும் பகுக்க முடியுமா என்பதை ஆராயவும், மென்படல நிறப்பகுப்பு பயன்படுகிறது.

8·1 மென்படல நிறப்பகுப்பு முறைகளும், வகைகளும்

8·1·1 மென்படல பகுப்புமுறை

இம் முறையில், கண்ணாடி அல்லது ஓர் இளகி (plastic) யால் ஆகிய மெல்லிய தகடு (plate) நிலைப்படிவுத் தாங்கியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவற்றின்மீது (i) கவர்பொருள் அல்லது (ii) நிலைப்படிவுத் தாங்கியுடன் சேர்ந்த நிலைப்படிவுக் கரைப்பான், ஒரு மெல்லிய படலமாகப் படிய வைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய படலம் தகட்டின் மீது உறைவாக்கப்பட்டபின், மென்படல நிறப்பகுப்புக்கும், ஏறுதாள் நிறப்பகுப்புக்கும் இடையே வேற்றுமை அதிகமில்லை. இவ்விரு வகைப் பகுப்புகளிலும், கலவைகள் சிறு புள்ளிகளாக இடப்படுகின்றன. இவ்விரு முறைகளிலும் தந்துகிக் கவர்ச்சியால், நகர்படிவு மேலேறுகிறது. பகுப்படைந்த

குவியங்களைக் கண்டறியவும், தாள் நிறப்பகுப்பில் பயன்படும் முறைகளே இங்கும் கையாளப் படுகின்றன.

ஆனால், தாள்களைப்போல் மென்படலத் தகடுகள் தொங்க விடப் படாமல், நிறப்பகுப்புக் கலனின் சுவர்களில் சாய்த்து வைக்கப்படுகின்றன.

8·1·2 மென்படலங்களின் அமைப்பு

குழல் நிறப்பகுப்பு போன்றே, மென்படல நிறப்பகுப்பிலும், (i) நிலைப்படிவு, (ii) நகர்படிவு எனும் இருபடிவுகள் உள்ளன. அலுமினா போன்ற திண்மங்கள் (solids), நிலைப்படிவாகப் பயன் பட்டால், இம் முறை பரப்புக் கவர்ச்சி மென்படல நிறப்பகுப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது. நீர் போன்ற கரைப்பான்கள் நிலைப் படிவாக ஒரு திண்மத் தாங்கியில் அமைக்கப்பட்டால், அஃது பங்கீட்டு மென்படல நிறப்பகுப்பு எனப்படுகிறது.

8·1·3 கவர்பொருள்கள்

பங்கீட்டுக் குழல் நிறப்பகுப்புப் போலவே, மென்படலப் பகுப்பிலும் பல கவர்பொருள்களும் தாங்கிகளும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இவற்றுள், சிலிக்கா, அலுமினா, கீசல்கர், செல்லு லோஸ் ஆகிய நான்கும் குறிப்பிடத்தக்கன.

நகர்படிவாக, பல கரைப்பான்கள் அல்லது அவற்றின் கலவைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையைப் பகுத்தெடுக்க ஏற்ற கரைப்பானைத் தேர்வு செய்வதே, பிற முறைகளைப்போலவே இம் முறையிலும் கடினமான செயலாகும்.

மென்படல நிறப்பகுப்பில், கரைபொருளாக, பெரும்பாலும் (80%) சிலிக்கா களிமம் (silica gel) பயன்படுத்தப்படுகிறது. தேவையான அளவு வெப்பமூட்டி, சிலிக்காவையும் அலுமினா வையும் சிறந்த கவர்பொருள்களாக மாற்றலாம். இவற்றாலான பரப்புக்கவர்ச்சி படலங்களில், கரிம கரைப்பான்களும் அவற்றின் கலவைகளுமே நகர்படிவாகப் பயன்படுகின்றன.

சிலிக்கா, கீசல்கர், செல்லுலோஸ் ஆகிய படலங்களில் தக்க நீர்மத்தை நிலைப்படிவாகப் படியவைத்துவிட்டால், அப் படலங்கள் பங்கீட்டுப் படலங்களாகச் செயல்படுகின்றன. கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் பண்புகளைப் பொறுத்து, பரப்புக்கவர்ச்சி அல்லது பங்கீட்டுப் படலங்களைத் தேர்ந்து கொள்ளலாம் (அத்தியாயம் 6 காண்க). கவர் பொருள்களின்

பண்புகளை முன்பே அத்தியாயம் 4-ல் ஆராய்ந்துள்ளோம். அவற்றின் பயன்களை இங்கும் ஓரளவு ஆராய்வோம்.

8·1·4 சிலிக்கா களிமம்

இதுவே, மென்படல நிறப்பகுப்பு முறையில் மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் கவர்பொருளாகும். எனவே கொடுக்கப்பட்ட ஒரு கலவையைப் பகுக்க, முதலில் சிலிக்கா படலங்களைப் பயன்படுத்திப் பார்ப்பதே சிறப்பாகும்.

கலவை மூலக்கூறுகள் நடுநிலைத்தன்மை (neutral) உடையன வாகவோ அல்லது ஓரிரண்டு குறைந்த மின்துருவத் தன்மை யுடைய வினைக் குழுக்களையுடையதாகவோ இருந்தால், பரப்புக் கவர்ச்சி முறையைப் பயன்படுத்தலாம். இதற்கு, சிலிக்கா படலத்தை நன்கு வெப்பமூட்டி, அதிலுள்ள நீரை நீக்கிவிட வேண்டும். மூலக்கூறுகளின் முனைவுத்தன்மை அதிகமானல், நீர்ப்படிவில் தண்ணீரைக் கவரவைத்து, கலவையைப் பங்கிடடையச் செய்யலாம். அமிலத்தன்மையுடைய கலவை களைப் பகுக்கும்போது, நகர்படிவுடன் சிறிது அசிட்டிக் அமிலத்தைச் சேர்த்துக்கொள்ளவேண்டும். காரத்தன்மை யுடைய கலவைகள், இக் கவர்பொருளில் பகுக்கப்படுவதில்லை.

8·1·5 அலுமினு

மென்படல முறையில், கவர்பொருளாகவே அலுமினு பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காரத்தன்மையுடைய கலவைகளைப் பகுக்க, அலுமினுவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. அலுமினு காரத்தன்மை (alkaline) உடையதாக விளங்குவதால், பகுப்பின்போது நகர்படிவுடன் காரங்களைச் சேர்க்க வேண்டிய தில்லை. அலுமினுக் குழல் நிறப்பகுப்புக்குரிய கரைப்பான்களைத் தேர்வு செய்ய, அலுமினு மென்படல நிறப்பகுப்பு பயன்படுத்தப் படுவதுண்டு.

8·1·6 கீசல்கரும், செல்லுலோசும்

இவ்விரு பொருள்களும், நீர்மப் படலங்களின் தாங்கிகளாகப் பெரும்பாலும் பயன்பட்டு வருகின்றன. மின்துருவத் தன்மை மிகுந்த அமினோ அமிலங்கள், கார்போஹைட்ரேட்டுகள் போன்ற நீர் விரும்பு மூலக்கூறுகளைப் பகுக்க, இம் முறை ஏற்றது. ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய தொடர்புடைய மாற்றுவடிவ (isomeric) மூலக்கூறுகளைப் பகுக்கவும் இம் முறை பயன்படுத்தப் படுகிறது.

இம் முறையில், தாங்கியில் நிலைப்படிவாக இருக்கும் நீர்மம் (பெரும்பாலும் தண்ணீர்) நிறப்பகுப்புத் தொடங்கு முன்பே தேவையான அளவு இருக்கவேண்டும். நகர்படிவு பெரும்பாலும் கரைப்பான்களின் கலவையாகவே அமையக் காணலாம், இக் கலவையில், நிலைப்படிவான தண்ணீரும் பெரும்பாலும் கலந்திருக்கும்.

8·1·7 ஒட்டிகள்

அலுமினா, சிலிக்கா போன்ற பொருள்கள் கண்ணாடித் தகடுகளில் தாமாகவே ஒட்டிக் கொள்வதில்லை. எனவே, நிலைப்படிவு உதிர்ந்துபோகாமல் தடுக்க, நிலைப்படிவுடன் சில ஒட்டிகள் (binders) கலக்கப்படுகின்றன. பாரிஸ் சாந்து (plaster of Paris) என்று அழைக்கப்படும் நீருடைய (hydrated) கால்சியம் சல்பேட் ($CaSO_4$ $\frac{1}{2}H_2O$) பெரும்பாலும் ஒட்டியாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

கவர்பொருளின் எடையில் 10—15% வரை, அதனுடன் ஒட்டியானது கலக்கப்படுகிறது. குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய சிலிக்கன் டைஆக்சைடு, ஸ்டார்ச், பாலிவைனல் ஆல்கஹால் (polyvinyl alcohol) போன்றவையும் ஒட்டிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை உறுதியான ஒட்டிகளாகும்; ஆனால், இவற்றைப் பயன்படுத்தும்போது, அமிலங்களை வண்ணமூட்டிகளாகப் பயன்படுத்த முடியாது.

8·1·8 நிலைப்படிவு வண்ணமூட்டிகள்

நிலைப்படிவுப் படலங்களைத் தயாரிக்கும்போதே, அவற்றுடன் 1% ஒளிர்பொருள்களை (phosphors) கலந்து தயாரித்து விடலாம். கலவை பகுக்கப்பட்டபின் தகட்டின்மீது uv. ஒளியைப் பாய்ச்சினால், குவியங்கள் உள்ள பகுதிகள் தவிர, பிறபகுதிகள் மட்டும் ஒளிரக் காணலாம்.

மென்படல நிறப்பகுப்பில் மட்டுமே பெரிதும் பயன்படுத்தப் படும் வண்ணமூட்டி, கந்தக அமிலமாகும். நிலைப்படிவை உருவாக்கும்போது, இது நிலைப்படிவில் கலக்கப்படுகிறது. கலவை பகுக்கப்பட்டபின், நிறப்பகுப்புத் தகட்டை ஒரு வெப்பத் தகட்டின் (hot plate) முன் காட்டினால், கரிம மூலக்கூறுகள் உள்ள இடங்கள் மட்டும் கருமை நிறக் குவியங்களாகக் காட்சித் தரும். பெரும்பாலான கரிம மூலக்கூறுகளுடன் கந்தக அமிலம் வினைபுரிவதால், இவ் விளைவு ஏற்படுகிறது.

8·1·9 விற்பனைக்கு வரும் கவர்பொருள்கள்

மென்படல நிறப்பகுப்பு முறைகளுக்கென்ற, ஒட்டிகளுடன் கலந்து தயாரிக்கப்பட்ட பல கவர்பொருள்கள் விற்பனைக்கு வருகின்றன. மென்படலக் கவர்பொருள்களின் துகள் அளவு, குழல் முறைக்கான அளவைவிடச் சிறியதாகும். 200 கம்பிவலை எண் (mesh) அளவிற்கு மேற்பட்ட துகள்களே இதில் பயன்படுகின்றன. பாஸ்பார் போன்ற வண்ணமூட்டுப் பொருள்கள் கலந்து தயாரிக்கப்பட்ட கவர்பொருள்களும், விற்பனைக்கு வருகின்றன. ஒட்டிகளை நாமே கலந்து, கவர்பொருள்களைத் தயாரிப்பதைவிட, கவர்பொருள்களை வாங்கி, நேராகப் பயன்படுத்துவது எளிதாகும்.

மென்படல நிறப்பகுப்பிற்காக விற்பனைக்கு வரும் கவர் பொருள்களில் ஒட்டி கலந்திருப்பதால், அவற்றைக் குழல் முறைகளில் பயன்படுத்த முயலக்கூடாது.

8·1·10 நிறப்பகுப்பு வகைகள்

மென்படல நிறப்பகுப்பு வகைகளைப் பின்வருமாறு பகுத்துக் கொண்டு ஆராயலாம்:

1. நுண் தகட்டு மென்படல நிறப்பகுப்பு (TLC on microscopic slides)
2. பெரும்பரப்பு மென்படல நிறப்பகுப்பு (macrolayer TLC)
3. தயாரிப்பு மென்படல நிறப்பகுப்பு (preparative TLC)
4. அளவறி மென்படல நிறப்பகுப்பு (quantitative TLC)

நுண்தகட்டு நிறப்பகுப்பில் 2·5 செ.மீ. × 7·5 செ.மீ அளவுள்ள கண்ணாடித் தகடுகளில் நிறப்பகுப்பு செய்யப்படுகிறது. மூன்று அல்லது நான்கு மூலக்கூறுகள் உள்ள கலவையை இத்தகைய தகடுகளில் 5 மணித்துளிகளில் பகுத்தெடுக்கலாம். எனவே, சாதாரண ஆய்வுகளில் இத்தகைய தகடுகளே மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத் தகடுகளில், நிலைப் படிவுப் படலங்களைத் தயாரிப்பது எளிது; படலங்களை வெப்பமூட்டத் தேவையுமில்லை. எனவே, இம் முறை மிக விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5 செ.மீ. × 20 செ.மீ. அல்லது, 20 செ மீ. × 20 செ.மீ. தகடுகளில் செய்யப்படும் நிறப்பகுப்புகளை, பெரும்பரப்பு நிறப்பகுப்பு எனலாம். இம் முறையில், படலங்களைத் தயாரிப்பது எளிதன்று. மேலும், கலவைகளைப் பகுக்க, 30 மணித்துளிகள்

வரை ஆகலாம். ஆனால், இத்தகைய தகடுகளில், அதிக மூலக்கூறுகளுள்ள கலவைகளைப் பகுத்தெடுக்கலாம். 20 × 20 செ.மீ. தகடுகளில் இருதிசை நிறப்பகுப்பு, ஒப்பீட்டு நிறப்பகுப்பு, தொடர் நிறப்பகுப்பு, தனிவடிவப் படலங்களில் நிறப்பகுப்பு (TLC on shaped layers) ஆகியவற்றை இத்தகைய தகடுகளில் செயல்படுத்த முடியும். பகுக்கப்பட்ட கலவைகளைக் கண்டறிய, பலவகை வண்ணமூட்டிகளை இம் முறையில் பயன்படுத்தலாம். தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பும் கூட, இத்தகைய தகடுகளிலேயே செயல்படுத்தப்படுகிறது.

தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பு, பெருமளவுள்ள மூலக்கூறுகளைக் கலவையிலிருந்து பகுத்தெடுக்கப் பயன்படுகிறது. கலவையை இடும் முறையிலும், குவியங்களைப் பரவாமல் தடுத்துப் பெருமளவு மூலக்கூறுகளைச் சேர்ப்பதிலுமே, இம் முறை பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளினின்றும் வேறுபடுகிறது.

அளவறி மென்படல நிறப்பகுப்புப் பெரிதும் சிக்கலான ஒரு முறையாகும். சரியான அளவு கலவையை இடுவதிலிருந்து, பகுக்கப்பட்ட குவியங்களைக் கண்டறியும் வரை, பல படிகளிலும் எவ்வித சிக்கலும் உருவாகாமல் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும்.

இந்த நான்குவகை நிறபபகுப்புகளை இனி விரிவாக ஆராய்வோம்.

8·2 நுண்தகட்டு நிறப்பகுப்பு

மென்படல நிறப்பகுப்பு முறைகளிலே, மிக எளிய முறை, நுண்தகட்டு முறையாகும். நுண் தகடுகள் பெரும்பாலும் பண்பறி பகுப்பாய்விற்கே பயன்படுத்தப்படுகிறது. கரிம அல்லது உயிர் வேதிவினைகளில் (biochemical reactions) வெவ்வேறு நேரங்களில் உருவாகும் வினை பொருள்களின் அளவைக் கண்டறியவும், குழல் நிறப்பகுப்பிற்கும், தயாரிப்பு மென்படல நிறப்பகுப்புபோன்ற பிற நிறப்பகுப்புகளுக்கும் உரிய கரைப்பான்களைத் தேர்ந்தெடுக்கவும், பிறபகுப்பு முறைகளின் பகுதிறனை (efficiency of separation) கண்டறியவும், இம் முறை பயன்படுகிறது. பல கனிம, கரிமக் கலவைகளையும் இம் முறையில் எளிதில் பகுத்து இனங்காணலாம்.

8.2 1 மென்படலங்களை உருவாக்குதல்

கவர்பொருள் குழம்பில் (slurry) தகடுகளை மூழ்க வைத்து எடுப்பதன் மூலம், நுண் தகடுகளுக்கான மென்படலங்கள் மிக எளிதாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மென்படல முறைகளுக்கென்றே ஒட்டியுடன் கலந்து தயாரிக்கப்பட்டு விற்பனைக்கு வரும் கவ

பொருள்கள் வாங்கப்பட்டால், அவற்றை நேரடியாகக் குழம்பு தயாரிப்பதற்கான கரைப்பானுடன் கலந்து விடலாம். அல்லது, தேவையான அளவு ஒட்டியைக் கலந்து, அதன்பின் குழம்பைத் தயாரித்துக்கொள்ளவேண்டும். இதற்கான கரைப்பான்கள், பெரும்பாலும் கரிமக் கரைப்பான்களாகவும் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியவையாகவும் இருக்கும். மூழ்க வைத்து எடுக்கப்படும் கலவைக்குழம்பு தகட்டில் விரைவில் காய்வதற்காகவே, இத்தகைய ஏற்பாடு செய்யப்படுகிறது.

வெவ்வேறு கவர்பொருள்களுக்கு, நுண்தகட்டு முறையில் இவற்றுடன் கலக்கவேண்டிய ஒட்டி, குழம்புக் கரைப்பான் (slurry medium), அவை கலக்கப்படவேண்டிய விகிதம் ஆகியவற்றைப் பட்டியல் 8·1-ல் காணலாம். இந்தப் பட்டியலில், ஒட்டி என்பது பாரிஸ் சாந்தைக் குறிக்கும். கந்தக அமிலமும், அசிட்டிக் அமிலமும் படலத்திற்கு அமிலத்தன்மை ஊட்டுகின்றன. கந்தக அமிலம், குவியங்களைக் கண்டறிவதற்குரிய வண்ணமூட்டியாகவும் செயல்படுகிறது.

பட்டியல் 8.1

நுண்தகடுகளுக்கான கலவைக் குழம்பு தயாரிக்கும் முறை

எண்	கவர் பொருளும் அதன் எடையும் (கி.)	ஒட்டி எடை (கி.)	குழம்புக் கரைப்பான் பரும விகிதம்	கரைப்பான் அளவு (மி.லி.)
1.	சிலிக்கா களிமம் (30 கி.)	5	குளோரோஃபார்ம்-மெத்தனால் (2 : 1)	100
2.	சிலிக்கா களிமம் -கந்தக அமிலம் (43 கி.)	7	குளோரோஃபார்ம் மெத்தனால், கந்தக அமிலம் (70 : 30 : 2·5)	102·5
3.	அலுமினா (45 கி.)	15	குளோரோஃபார்ம் மெத்தனால் (70 : 30)	100
4.	செல்லுலோஸ் தூள் (35 கி.)	15	குளோரோஃபார்ம், மெத்தனால் (50 : 50)	100
5.	ஃப்ளோரிசில் (45 கி.)	10	குளோரோஃபார்ம், மெத்தனால் அசிட்டிக் அமிலம் (70 : 30 : 1)	100

நுண் தகடுகளில் படலங்களைத் தயாரிக்கப் பின்வரும் செய்முறையைப் பின்பற்றலாம்:

(அ) பட்டியல் 8·1-ல் உள்ள அளவுகளின்படி கவர் பொருள், ஒட்டி, கரைப்பான் ஆகியவற்றைச் சேர்த்து, நன்கு கலக்க வேண்டும்.

(ஆ) தகடுகளில் குழம்பைப் படியவிடுமுன், 24 மணி நேரம் தனியாக வைத்திருக்க வேண்டும். கலவை வைக்கப் படும் புட்டிகளைப் பாலித்தீன் அல்லது டெஃப்லானால் (teflon) கவரப்பட்ட பேக்லைட் (Bakelite) மூடியால் இறுக மூடி வைக்கவேண்டும். சாதாரணமாகப் பயன் படுத்தப்படும் உலோக மூடிகளில் வார்னிஷ் போன்ற பொருள்களும், அட்டை தகடுகளில் (cardboard) ஹைட்ரோ கார்பன்களும் இருக்கும். இவை குழம்புடன் கலந்து விட்டால், கலவையின் பகுப்புத் திறன் பாதிக்கப்படும்.

(இ) கலவையை மீண்டும் நன்கு குலுக்கிவிட்டு, இரண்டு நுண் தகடுகளை ஒன்றுடன் ஒன்று இறுகப் பற்றிக் கொண்டு, குழம்பில் தோய்த்து விரைவாக எடுக்க வேண்டும். தகடுகளை ஒரு முறை தோய்த்து எடுக்க, 2 நொடிகள் (seconds) ஆகலாம். எவ்வளவு விரைவாகத் தகடுகளை எடுக்கு முடிகிறதோ அந்த அளவுப் படலங்கள் ஒரு படித்தானவையாகவும் (homogeneous), மென்மையானவையாகவும் (thin) அமையும். தகடுகளிலிருந்து வழியும் கலவையை, கலனின் ஓரத்தின் வழியே வடியவிடவேண்டும். 40-45 நொடிகளுக்கு ஒரு முறை கலவையைக் குலுக்கிக் கொண்டு, அடுத்தடுத்து நுண் தகடுகளைத் தோய்த்து எடுக்கலாம்.

(ஈ) தோய்த்தெடுக்கப்பட்ட தகடுகளைப் பிரித்து, அவற்றின் கலவையுள்ள பரப்பு மேற்புறம் அமையும் படி வெள்ளைத் தாளில், கண்ணாடித் தண்டு (glass rod) ஒன்றில் ஒரு முனை இருக்குமாறு சாய்த்து வைக்க வேண்டும். 4 அல்லது 5 மணித்துளிகளில் குழம்பு நன்கு காய்ந்துவிடும். தகட்டின் ஓரங்களைத் துடைத்துவிட்டு, தகடுகளைக் காற்றுப் புகாத, ஈரமற்ற இடத்தில் தனித்தனியே சேகரித்து வைக்கலாம்.

(உ) பரப்புக் கவர்ச்சி முறையில் படலங்களை அப்படியே நேராகப் பயன்படுத்தலாம். பங்கீட்டு முறையில் பயன்படுத்த, மேற்கண்டவாறு தயாரிக்கப்பட்ட தகடுகளுக்கு நீருட்ட வேண்டும். நுண் தகடுகளை நீராவியில் சிறிது நேரம் பிடித்துக் கொண்டிருந்தால், கவர்பொருள் தேவையான அளவு நீரைக் கவர்ந்து கொள்ளும்.

(ஊ) பகுப்பாய்வு முடிந்தவுடனே, கண்ணாடித் தகடுகளைக் கழுவி வைத்துவிடவேண்டும். மிகச் சிறிதளவு கலவைகளைப் பகுக்கும் போது, அளவறி பகுப்புகள் செய்யும் போதும், கண்ணாடித் தகடுகளை அமிலம் கலந்த 50% மெத்தனால் கரைசலில் கழுவி உலர வைத்தபின் பயன்படுத்தவேண்டும்.

தோய்த்தல் முறை தவிர, பிற முறைகளிலும் நுண்தகட்டுப் படலங்கள் தயாரிக்கப்படலாம். எனினும், பொதுவாக, தோய்த்தல் முறையே போதுமானதாகும். மேலும், இஃது ஒரு எளிதான முறையுமாகும்.

8·2·2 கலவையை இடும் முறை

நுண்தகட்டு நிறப்பகுப்பின் இரு குறைகள் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கன :

(அ) இம் முறையில் படலங்கள் மிகவும் மெல்லியனவாக இருக்கும்.

(ஆ) கலவைக் குவியங்கள் பகுப்படையும் உயரம் மிகவும் குறைவாய் இருக்கும்.

எனவே, கலவையை மிகச்சிறிய பரப்பில் இடுவதன் மூலம், குவியங்கள் நன்கு பகுப்படைய வழி வகுக்க வேண்டும். பொதுவாக, தகட்டின் அடியிலிருந்து 8 முதல் 10 மி.மீ. உயரத்தில், மிகச்சிறிய துளையுடைய தந்துகிக் குழலால் கலவை வைக்கப்படுகிறது. கலவை காய்ந்தபின், மீண்டும் மீண்டும் ஒரே இடத்தில் கலவையை வைக்கலாம். (படம் 8.1 காண்க)

கலவையை, எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய கரைப்பானில் கரைக்க வேண்டும். நிறப்பகுப்பைத் தொடங்கும் முன், இடப்பட்ட கலவை முற்றும் நன்கு காய்ந்து விட்டதா என்பதை உறுதி செய்து கொள்ளவேண்டும். கவனமாகச் செயல்பட்டால், ஒரு நுண் தகட்டிலேயே, மூன்று கலவைகள் வரை பகுத்தெடுக்கலாம்.

8·2 3 நகர்படிவைத் தேர்வுசெய்தல்

பரப்புக் கவர்ச்சி முறையிலும், பங்கீட்டு முறையிலும் பயன்படும் கரைப்பான்களைப் பற்றியும், அவற்றைத் தேர்வு செய்யும் முறைகளையும் முன்பே கண்டோம். நுண்தகட்டு முறைகள் மிக விரைவாகச் செய்துமுடிக்கக் கூடியவை என்பதால், பல கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்திப் பார்த்து, தகுந்ததொரு நகர்படிவைத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளலாம். பலவகைக் கலவைகளுக்குத் தகுந்த கரைப்பான்களைத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளப் பட்டியல் 8·2 பயனுள்ளதாகும்.

பட்டியல் 8·2 மென்படல நிறப்பகுப்பிற்கான கரைப்பான்கள்

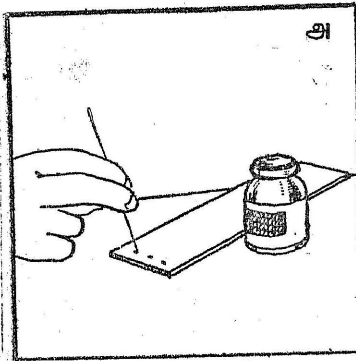
எண்	கலவை	கரைப்பான்	கரைப்பான் விகிதம்
		(அ) சிலிக்கா களிமம்	
1.	ஹைட்ரோ-கார்பன்கள்	(அ) பென்ட்டேன்	
		(ஆ) சைக்லோ எக்சேன்	
		(இ) பென்சீன், ஈதர்	2 : 1
		(ஈ) சைக்லோ எக்சேன், எத்தில் அசிட்டேட்	3 : 1
2.	கீட்டோன்கள்	(அ) சைக்லோ எக்சேன், எத்தில் அசிட்டேட்	1 : 1 — 1 : 2
		(ஆ) எத்தில் ஈதர், பெட்ரோலியம் ஈதர்	1 : 2
		(இ) எத்தில் ஈதர், எக்சேன்	1 : 9
3.	ஆல்கஹால்கள்	(அ) சைக்லோ எக்சேன், எத்தில் அசிட்டேட்	1 : 1 — 1 : 2
		(ஆ) பென்ட்டேன், எத்தில் ஈதர்	10 : 1
4.	எஸ்தர்கள்	(அ) சைக்லோ எக்சேன், எத்தில் அசிட்டேட்	1 : 1 — 1 : 2

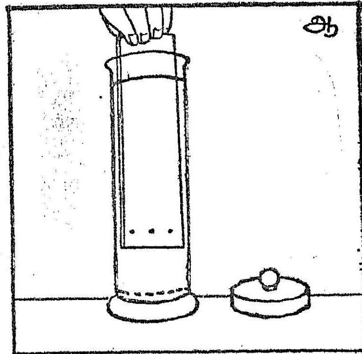
பட்டியல் 8·2 மென்படல நிறப்பகுப்பிற்கான கரைப்பான்கள்—(தொடர்ச்சி)

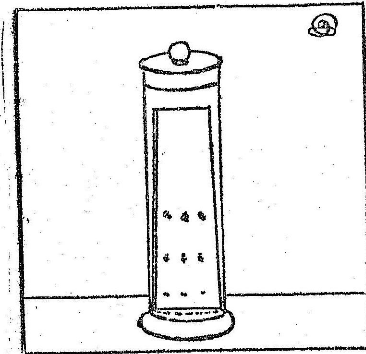
எண்	கலவை	கரைப்பான்	கரைப்பான் விகிதம்
5.	கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள்	90% ஃபார்மிக் அமிலத்தால் நிறைவாக்கப்பட்ட குளோரோஃபாம்	
6.	அமின்களும், அமினோ ஆல்கஹால்களும்	(அ) மெத்தனுல், குளோரோஃபாம்	2 : 3 1% அம்மோனியா
		(ஆ) எத்தில் அசிட்டேட், மெத்தனுல்	1 : 1
7.	அமைடுகள்	எத்தில் அசிட்டேட், மெத்தனுல்	5 : 1
		(ஆ) அலுமினு	
8.	ஹைட்ரோ-கார்பன்கள்	பென்ட்டேன்	
9.	கீட்டோன்கள்	(அ) சைக்லோ எக்சேன்	1 : 1 — 1 : 2
		(ஆ) எத்தில் அசிட்டேட்	
10.	ஆல்கஹால்கள்	,,	,,

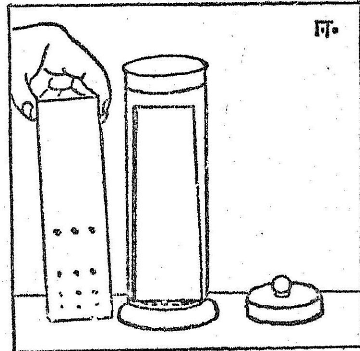
8.2.4 நிறப்பகுப்படையச் செய்யும் முறைகள்

ஒரு சிறிய புட்டி அல்லது குகவையில் 5 மி·மீ. அளவு நகர் படிவை ஊற்றி, கலவை இடப்பட்ட நுண்தகடுகளை அதில் வைக்கவேண்டும் (படம் 8·1· ஆ காண்க). தகடுகள், நிறப்பகுப்புக் கலனின் சுவர்களில் சாய்ந்து நிற்கும் (படம் 8·1· இ). நிறப்பகுப்புக்கலன் சிறியதாக இருந்தால், நிறப்பகுப்பிற்கு முன், கலனைச் சமன்பாடடையச்செய்ய வேண்டியதில்லை. எனவே, பகுப்புக்கலன் கூடியவரை சிறியதாகவே இருப்பது நன்று.









படம் 8·1. நுண்தகட்டு பகுப்புமுறை

(அ) நுண்தகட்டில் கலவையை இடுதல் (ஆ) நுண்தகட்டினைக் கலத்தில் வைத்தல்
(இ) நுண்தகட்டில் நிறப்பகுப்பு நிகழ்தல் (ஈ) நுண்தகட்டில் பிரிக்கப்பட்ட கலவை

கலவை பகுபட, நான்கு அல்லது ஐந்து மணித்துளிகள் ஆகலாம். கரைப்பான், தகட்டில் ¾ பங்கு உயரம் வந்து

விட்டால், நிறப்பகுப்பை நிறுத்திவிட்டு, தகட்டை வெளியே எடுத்துக் காயவைத்து, குவியங்களைக் கண்டறியலாம் (படம் 8·1 ஈ). குவியங்களின் R_f மதிப்பு, 0·5-க்கும் குறைவாக இருந்தால், தகட்டை முதல் நிறப்பகுப்புக்குப்பின் நன்கு காய வைத்துவிட்டு, மீண்டும் ஒரு முறை நிறப்பகுப்பு நிகழ்வைக் கலாம். இம்முறைக்கு, பலமுறைப் பகுப்பு (multiple development) என்று பெயர். இம் முறையைப் பற்றிப் பின்னர் விரிவாக ஆராய்வோம்

நுண் தகட்டு நிறப்பகுப்பில், மூன்று கண்டறியும் முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவையாவன:

(அ) அயோடின் முறை

(ஆ) அடர் கந்தக அமில முறை

(இ) uv-ஒளி முறை

(அ) அயோடின் முறை: நிறப்பகுப்பு செய்யப்பட்ட தகடு நன்கு காயவைக்கப்பட்டு, அயோடின் படிகங்கள் உள்ள கண்ணாடிக் குடுவையில் வைக்கப்படுகிறது. அயோடின், ஆவியாகி, நுண் தகட்டுப் பரப்பில் படிகிறது. கரிமக் குவியங்கள் அயோடினுடன் கலந்து, வண்ணத்தைப் பெறுகின்றன. எனவே, குவியங்கள் உள்ள பகுதிகள், பழுப்பு வண்ணத்தில் வெண்மைப் பின்னணியில் தெளிவாகப் புலனாகின்றன. தகட்டினை வெளியே வைத்தால், சிறிது நேரத்தில் அயோடின், குவியங்களிலிருந்து வெளியேறிவிடும். எனவே, இஃது ஒரு குவியமழியா முறையாகும் (non-destructive method).

(ஆ) அடர்கந்தக அமிலமுறை: நிலைப்படிவில், கந்தக அமிலத்தைக் கலந்து, கலவையைப் பகுத்தபின், நுண் தகடுகளை வெப்பமூட்டினால், குவியங்கள் உள்ள பகுதி மட்டும் கருமை நிறமுடன் காட்சி தரும். நிறப்பகுப்பை முடித்தபின், தகடுகளைக் காயவைத்து, பின்னர் அடர் கந்தக அமிலத்தைத் தெளிப்பான் மூலம் தெளித்து, மீண்டும் தகடுகளைக் காயவைத்து, குவியங்கள் கறுப்பாகத் தோற்றமளிக்கச் செய்யலாம். இம்முறை, பொதுவாக எல்லாக் கரிமக் கலவைகளுக்கும் பொருந்தும். ஆனால், இம்முறையில், குவிய மூலக்கூறுகள் அடர்கந்தக அமிலத்துடன் வேதிவினை புரிந்து, கரிப்பொடியாகி விடுகின்றன. எனவே, அடையாளங்கண்டபின், மூலக்கூறுகளைத் தனித்துப் பெற முடியாது.

(இ) யுவி-ஒளிமுறை: நீலப்படிவில் ஒளிர்பொருள் கலந்திருந்தால், யுவி-ஒளியில் கட்டுப் போது, குவியங்கள் உள்ள பகுதிகள் தவிரப் பிறபகுதிகள் மட்டும் ஒளிரக் காணலாம். இம்முறை முன்பே விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

குவியங்களைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தப்படும் பிற வண்ண மூட்டிகளைப் பற்றி, அடுத்த பகுதியில் விரிவாகக் காணலாம்.

8.2.6 குவியங்களைப் பாதுகாத்தல்

நுண் தகட்டில் பகுக்கப்பட்ட குவியங்களை அப்படியே பாதுகாப்பது கடினம். ஆனால், ஒளிபுகக்கூடிய (transparent) தாள்களை நிறப்பகுப்பு செய்யப்பட்ட தகடுகளின்மீது வைத்து அழுத்தி எடுத்தால், பகுக்கப்பட்ட குவியங்கள் தாளில் அப்படியே ஒட்டிக் கொள்ளும். அத்தாளின்மீது, மற்றொரு ஒளி புகும் தாளை வைத்து ஒட்டி, பகுக்கப்பட்ட குவியங்களைப் பாதுகாக்கலாம்.

8.3 பெரும்பரப்பு மென்படல நிறப்பகுப்பு

பெரும்பரப்பு நிறப்பகுப்புமுறை, 2.5 செ.மீ. × 20 செ.மீ., 10 செ.மீ × 20 செ.மீ., 20 செ.மீ. × 20 செ.மீ. ஆகிய மூன்று வகைத் தகடுகளில் செயல்படுத்தப்படுகிறது. இத்தகடுகளில் பல கலவைகளை, நீண்டநேரம் பகுத்து, குவியங்களை நன்கு பிரித்தெடுக்கலாம். நுண்தகட்டு முறையைவிட இம்முறையில் இடர்ப்பாடுகள் அதிகம். ஆனால், பயன்களும் மிகுதி. இம்முறையைப்பற்றி, சற்று விரிவாக இங்கு ஆராய்வோம்.

8.3.1 கவர்பொருள்கள்

பெரும்பரப்பு நிறப்பகுப்பு ஏற்ற கவர்பொருள்கள் பல, விற்பனைக்கு வந்துள்ளன. இவற்றின் தரங்களில பெரும் வேறுபாடுகள் இருக்கலாம். கவர்பொருள்களை நாமே தயாரித்துக்கொள்ளவும் இயலும்.

கால்சியம் சல்பேட்டை 180°C வெப்பநிலையில் 24 முதல் 48 மணிநேரம்வரை வெப்பப்படுத்தி, அதைப் பாரிஸ் சாந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். 200 கண்ணி வலை சல்லடையில் சலிக்கப்பட்ட சிலிசிக் அமிலத் தூளுடன் 10—15% அளவு மேலே குறிப்பிட்ட பாரிஸ் ஒட்டியைக் கலந்து, அதனை நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தலாம். அலுமினாவுடன் 5% பாரிஸ் சாந்தும், கீசல்கருடன் 15% பாரிஸ் சாந்தும் கலத்தல்வேண்டும். செல்லுலோஸ் தகடுகளைத் தயாரிக்க, பாரிஸ் சாந்து தேவையில்லை.

சில சமயங்களில், தனித் தனிக் கவர்பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதைவிட ஒரு கவர்பொருள் கலவையைப் பயன்படுத்துவதால், நல்ல பயன் கிடைக்கும். எடுத்துக்காட்டாகச் சில கலவைகளைப் பகுக்க, சிலிக்காவும் சீசல்கரும் கலந்த கூட்டுக் கவர்பொருள், தனித் தனிக் கவர்பொருளைவிடச் சிறப்பாகச் செயல்படுகிறது.

விற்பனைக்கு வரும் கவர்பொருள்களில், சில தேவையற்ற பொருள்கள் கலந்திருக்கக்கூடும். தனிமக் கலவைகளைப் பகுக்கும்போது, கவர்பொருளில் இரும்பு அயனிகள் அறவே இருக்கக்கூடாது. ஆனால், பல கவர்பொருள்களில் இரும்பு அயனி இருக்கக்கூடும். எனவே, இதை நீக்க, பின்வரும் முறையைக் கையாளவேண்டும். 500 கிராம் கவர்பொருளுடன், தகுந்த அளவில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைக் கலந்து வைக்கவேண்டும். கலவையின் மேற்பகுதி நீர்மம் (supernatant liquid) இரும்பு அயனிகளைப் பெற்றிருப்பதால், அது மஞ்சள் நிறம் பெற்றிருக்கும். இந்த நீர்மப் பகுதியை வடித்துவிட்டு, மேலும் 3 முறை அமிலத்தால் இதே போல் கழுவவேண்டும். பின்னர், மூன்று முறை வடித்தெடுக்கப்பட்ட நீரில் (triple-distilled water) கழுவியபின், 250 மி.லி. எத்தனால், 250°C வெப்ப நிலையில் காயவைத்து, தூய்மையாக்க வேண்டும்.

8·3·2 படலங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகள்

நுண் தகட்டு முறையில், மென்படலங்கள் தோய்த்தல் முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பெரும்பரப்பு நிறப்பகுப்புக்கான படலங்களை இவ்வாறு உருவாக்க இயலாது.

பெரும் பரப்பு முறையில் படலங்களைத் தயாரிக்கத் தண்ணீர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கலவைக் குழம்பைத் தகடுகளில் பரப்ப, பல கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பகுப்பாய்வில் பயன்படுத்துமுன், பரப்பப்பட்ட படலங்களை இயக்கமூட்ட வேண்டும்.

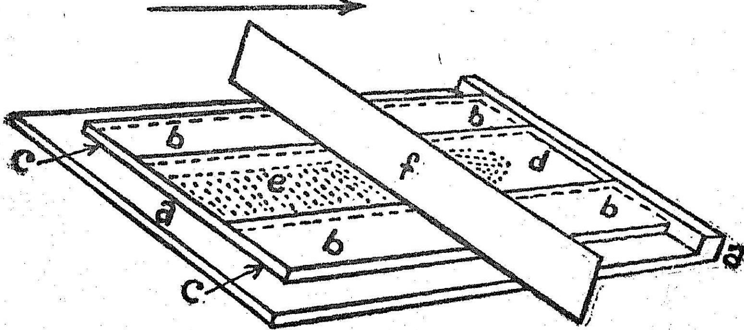
(அ) தாங்கும் தகடுகள்: நிறப்பகுப்புக்கான தாங்கித் தகடுகள் (supporting plates) சாதாரணக் கண்ணாடித் தகடுகளிலிருந்தே வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் ஓரங்களைச் சற்று கூர் மழுங்கச் செய்துவிட்டால், சிறு விபத்துகள் குறையும். பைரக்ஸ் கண்ணாடி (pyrex glass), அலுமினியம், துருப்பிடிக்காத எஃகு (stainless steel) ஆகியவற்றாலும், தாங்கித் தகடுகள் தயாரிக்கப்படுவதுண்டு. ஆனால், இவற்றால் விளையும் குறிப்பான பயன்கள் எதுவுமில்லை.

(ஆ) குழம்பு தயாரித்தல்: விற்பனைக்குவரும் கவர்பொருள்களோடு, தகுந்த அளவு நீரைச்சேர்த்து, குழம்பு தயாரிக்கப்படுகிறது. முதலில், 30 கிராம் சிலிக்கா களிமத்துடன், 40 மி.லி. நீர் கலந்து, ஒரு பீங்கான் கல்வத்தில் (porcelain mortar) அரைக்கவேண்டும். பின்னர், மேலும் 20 மி.லி. நீர் ஊற்றி, குழம்பைத் தயாரிக்கலாம். குழம்பு தயாரித்தபின், 1 — 1·5 மணித்துளிகளுக்குள், அதைத் தகடுகளில் பரப்பிவிடவேண்டும். ஏனெனில், குழம்பை அதிக நேரம் வைத்திருந்தால், அது காய்ந்து கட்டியாகிவிடும்.

அலுமின படலங்களையும், இம்முறையில் தயாரிக்கலாம், தேவையானால், நீரின் அளவைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ செய்துகொள்ளலாம்.

(இ) படலங்களை உருவாக்குதல்: மேலேப்படிவுக் குழம்பை, கண்ணாடித் தகடுகளில் ஒரே சீராக, சில மி.மீ. உயரமுள்ள படலங்களாகப் பரப்பவேண்டும். இதற்காக, பெரிதும் பயன்படுத்தப்படும் முறைகளை அடுத்துக் காண்போம்.

ஒரு சமதளத்தில், கண்ணாடித் தகடுகளை வரிசையாகப் பரப்பி, தகடுகளின் ஓரங்களை இரு சட்டங்களில் இறுக்கி



படம் 8·2. படலங்களைத் தயாரிக்கும்முறை
(a) உயர்ந்த விளிம்புடைய மரப்பலகை (b) சட்டங்கள் (c) b-ன் கீழுள்ள காகிதத்துண்டுகள் (d) நிறப்பகுப்புத் தகடு (e) படலம் பரவிய தகடு (f) அளவுகோல்.

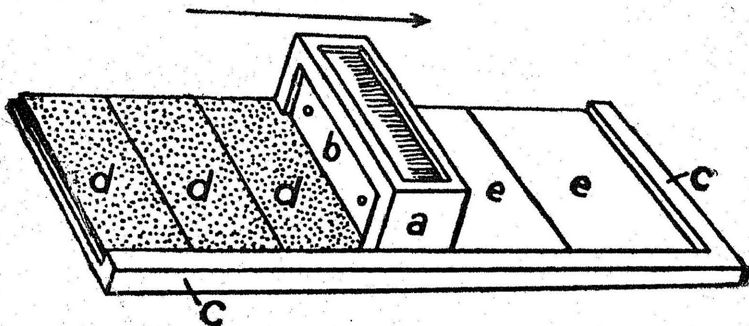
வைக்கவேண்டும். இச் சட்டங்களின் உயரம், கண்ணாடித் தகடுகளின் மேற்பரப்பின் உயரத்தைவிடச் சற்று அதிகமாக இருக்கும். இந்த அதிக அளவு உயரமே, படலங்களின் தடிப்பாக அமையும். கண்ணாடித் தகடுகளின்மீது, கலவைக் குழம்பை

ஊற்றி, ஓர் அளவுகோல் கொண்டு, கண்ணாடித் தகடுகளில் மெல்லிய தளமாக அமையும் வகையில், குழம்பைப் பரப்ப வேண்டும். பக்க சட்டங்களின் உயரமும், படலத்தின் உயரமும், ஒரே அளவாக இருக்குமாறு குழம்பைப் பரப்பி, தகடுகளை உயரவிட வேண்டும் (படம் 8·2 காண்க).

இம் முறையில், படலங்களில் மேடுபள்ளங்கள் அதிகம் விழுகின்றன. தளப்பரப்பில் ஏற்படும் இம் மாற்றம், நிறப் பகுப்பைப் பெரிதும் பாதிக்கக்கூடும். எனவே, இம் முறை இன்று பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

தளப்பரப்பை உருவாக்க, பல புதிய பரப்பிகள் (applicators) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு, இருவகைப் பரப்பிகளைக் காண்போம்.

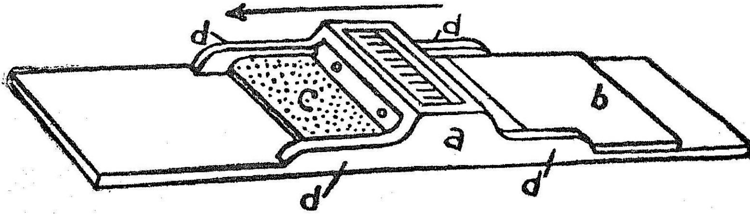
ஸ்டால்-டெஸாகா (Stahl-Desaga) வகையைச் சேர்ந்த பரப்பிகளில், முதலில் குழம்பை ஊற்றி மூடிவிட வேண்டும். அடுத்து, தேவையான படல உயரத்தைப் பரப்பியில் உள்ள நகர்த்தியைக் (slide) கொண்டு, சரியாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். நிறப்பகுப்புக்கான தகடுகள் அடுக்கப்பட்டுள்ள தளத்தில், இக் கருவியை வைத்து, திறப்பானைத் திறந்துவிட்டு மெதுவாக நகர்த்திக்கொண்டே வந்தால், கலவைக் குழம்பு தகடுகளில் ஒரே சீராகப் பரவும். கண்ணாடித் தகடுகளின் மேற்பரப்புகளின் உயரத்தைச் சரிசெய்யும் சட்டங்களும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 8·3. பரப்பியை நகர்த்தி, படலங்களைத் தயாரித்தல்
(a) பரப்பி. (b) படலத்தடிப்புக் கட்டுப்பாட்டுத் தகடு (c) அடிப்பலகை (d) நிரப்பப்பட்ட மென்படலத்தகடுகள் (e) நிரப்பப்படாத மென்படலத் தகடுகள்

கமாக் (Gamag) வகைப் பரப்பிகள், ஒரே இடத்தில் நிலையாகப் பொருத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றில்

குழம்பை ஊற்றியபின், கண்ணாடித் தகட்டினை மெதுவாக ஒரு புறம் நுழைத்து, மறுபுறம் இழுக்கவேண்டும். கண்ணாடித் தகடு நகரும்போது, பரப்பியிலுள்ள கலவை ஒரே சீராக கண்ணாடித் தகடுகளில் பரவுகிறது.



படம் 8·4 தகடுகளை நகர்த்திப் படலங்களைத் தயாரித்தல்
(a) குழம்பு உள்ள நிலைத்த கலன் (b) கண்ணாடித் தகடு
(c) படலம் பரவிய தகடு (d) வழிகாட்டிகள்.

8 3·3 மாற்றப்பட்ட படலங்கள்

படலங்களை உருவாக்கத் தேவையான குழம்புகளைத் தயாரிக்கும்போது, நீருக்குப் பதிலாக, 0·5 N ஆக்சாலிக் அமிலம், 0·5 N கந்தக அமிலம் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தினால், அமிலத் தன்மையுடைய படலங்கள் கிடைக்கும். இப் படலங்கள், அமிலத்தன்மையுடைய கலவைகளைப் பகுப்பதற்கும், பொதுத் தன்மையுடைய கலவைகளைப் பகுப்பதற்கும் பெரிதும் பயன் படுகின்றன.

0·5 N சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைக்கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட காரத்தன்மையுடைய படலங்கள், காரங்களைப் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன.

நிலைமாறுக் கரைசல்களைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் படலங்களில், pH மதிப்பு பெரும்பாலும் மாறுவதில்லை. இத்தகைய சூழலில், சில அமிலக் கலவைகளும், காரக் கலவைகளும் நன்கு பகுக்கப்படுகின்றன.

உட்கூட்டுப் பொருள்கள் (complexing agents), சில குறிப்பிட்ட வகைக் கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சர்க்கரைப் பொருள்களைப் பகுக்க, போரிக் அமிலம் (boric acid) நிலைப்படிவுடன் கலக்கப்படுகிறது. இந்த அமிலம், கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளுடன் வினைபுரிந்து, அவை நகரும் வேகத்தைக் கூட்டுகிறது. இதேபோல், வெள்ளி அயனிகள் நிறைவுறா மூலக்கூறுகளுடன் கூடி, அவற்றின் பகுபடு திறனைக் கூட்டுகின்றன. எனவே, இத்தகு கலவைகளைப்

பகுக்க, வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலில் நிலைப்படிவு தயாரிக்கப்படுகிறது.

அமிலம், காரம், நிலைமாறுக் கரைசல், உட்கூட்டுப்பொருள் முதலியவற்றுடன் கலந்து தயாரிக்கப்படும் படலங்கள் (modified layers) என்று வழங்கப்படுகின்றன.

8·3·4 பரப்புக் கவர்ச்சிக்கான படலங்கள்

குழம்பு பரப்பப்பட்டுத் தயாரிக்கப்படும் மென்படலங்களில் அதிக நீர் இருக்கும். இதை நீக்கினால்தான், நிலைப்படிவு கவர்ச்சித் திறன் பெறும். சிலிக்கா, அலுமினா உள்ள குழம்பு தகடுகளில் பரப்பப்பட்டபின், அவற்றை 30 மணித் துளிகள் காயவைத்து, பின்னர் 1 மணி நேரமாவது 110°C வெப்பநிலையில் வைக்க வேண்டும். இவ்வாறு கிடைக்கும் கவர்பொருள் II-ம் அல்லது III-ம் தரமுள்ளதாக அமையும் (பகுதி 4·3 காண்க). இவற்றை மேலும் வெப்பமூட்டினால், இவற்றின் கவர்திறன் மேலும் கூடும்.

8·3·5 பங்கீட்டு முறைக்கான நீர்ம ஊட்டம்

பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பில், நீர் நிலைப்படிவாகப் பயன்பட்டால், குழம்பு பரப்பப்பட்ட தகடுகளைச் சில மணித்துளிகளுக்குப் பிறகு, 105°C வெப்பநிலையில் 10 மணித்துளிகள் காயவைத்து எடுத்துவிடவேண்டும்.

8·3·6 கலவையை இடுதல்

பண்பறி பகுப்பாய்வில், கலவை ஏறத்தாழ 0·1% அளவுள்ள கரைசலாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. நிறப்பகுப்பில் இக் கலவையில் 5 மை.லி. முதல் 100 மை.லி. வரை ஒரு நிறப் பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கலவையை இடுவதற்கு, தந்துகிக் குழல்களே போதுமானவையாகும்.

தந்துகிக் குழலைக் கரைசலில் வைத்து எடுக்கும்போது, எவ்வளவு கரைசல் குழலில் உறிஞ்சப்படுகிறது என்பதை அளக்க, பின்வரும் முறையைக் கையாளலாம். தந்துகிக் குழலில் நீரை எடுத்துக்கொண்டு, அதை ஒரு மெல்லிய வடிதாளின்மீது வைக்கவேண்டும். வடிதாளில், நீர் வட்டமாக விரிந்து நிற்கும். அதே அளவு வட்டத்தை உருவாக்க, எவ்வளவு நீர் தேவை என்பதை ஒரு நுண் ஊசி (microscopic syringe) மூலம் அறியலாம். 5, 10, 100 மை.லி. போன்ற பல அளவுகளில் கலவையை எடுக்கக்

கூடிய தந்துகிக் குழல்கள் தயாரிக்கப்பட்டு, விற்பனைக்கு வருகின்றன. சாதாரண கண்ணுடிக் குழாயை சுடரில் காட்டி, அதனை இழுத்து, 0·10 — 0·30 மி.மீ. உட்குறுக்களவு உடைய தந்துகிக் குழல்களைச் செய்து கொள்ளலாம்.

கலவைகளைப் பல ஆய்வுகளில் இட்டுப்பார்ப்பது நல்லது. 5, 10, 100 மை.லி. அளவு கலவைகளை, 3 புள்ளிகளாகச் சிறிய 5 × 20 செ.மீ. தகடுகளில் இட்டு, பகுத்துப்பார்க்கலாம். மிகக் குறைந்த அளவில் இடப்பட்ட கலவைகளின் குவியங்கள் தெளிவாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்கும். அதிக அளவு கலவை இடப்பட்டால், கலவையில் உள்ள மாசுப் பொருள்கள் தெரியவரும்.

பங்கீட்டு முறையில் முன்குறிப்பிட்டதைப் போல் 5 முதல் 100 மை.லி. வரை கலவையைப் பகுக்கலாம். ஆனால், பரப்புக் கவர்ச்சி முறைகளில் குவியங்கள் எளிதில் பரவிவிடும். எனவே, 20 மை.லி. க்கு மேல் கலவையைப் பகுக்க முனையக்கூடாது.

8.3.7 நகர்படிவைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

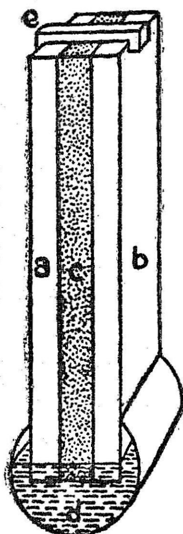
நகர்படிவைத் தேர்ந்தெடுக்கும் முறை, முந்திய அத்தியாயங்களில் (அத்தியாயம் 4, 6) விரிவாக ஆராயப்பட்டது. சிலவகை மூலக்கூறுகளுக்கேற்ற கரைப்பான்கள், பட்டியல் 8.2-ல் தரப்பட்டன.

மூலக்கூறுகளை அவற்றின் உப்புகளாக நிலைப்படிவில் இட நேர்ந்தால், நகர்படிவில் அம் மூலங்களை மீட்டுருவாக்கும் ஒரு நீர்மத்தைச் சிறிதளவு சேர்க்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, பல கரிமக் காரங்களை (organic bases) அவற்றின் குளோரைடுகளாக நிலைப்படிவில் இட நேரலாம். நகர்படிவுடன் சிறிது அம்மோனியா கலக்கப்பட்டால், நிலைப்படிவில் காரங்கள் மீண்டும் தனியாகக் குவியங்களாகப் பகுக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம்.

நிலைப்படிவில் உட்கூட்டுப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுவதைப் போல, நகர்படிவிலும் அவை சேர்க்கப்படலாம். எடுத்துக் காட்டாக, கனிம அயனிகளைப் பகுக்கும்போது, 2, 5-எக்சாடையோன் (2, 5-hexadione) எனப்படும் அசிட்டோனில் அசிட்டோன் (acetonyl acetone) 0·5% அளவு நகர்படிவுடன் கலக்கப்படுகிறது. இத்தகு உட்கூட்டுப் பொருள்கள், அயனிகளுடன் உட்கூட்டுப் பொருள்களாகி, அவற்றின் பிரிதிறனைக் கூட்டுகின்றன.

8·3·8 நிறப்பகுப்புக் கலன்கள்

நிறப்பகுப்புக் கலன்களில், கரைப்பானும் அதன் ஆவியும் முற்றும் சமன்பாடு அடைந்திருக்கவேண்டும். பெரிய நிறப்பகுப்புத் தகடுகள் பெரிய கலன்களில் வைக்கப்படுகின்றன. இவற்றில், நகர்படிவு முழுச் சமன்பாட்டு நிலையிலிருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இதற்காக, தகடுகளை வைக்குமுன் கலனின் சுவர்களில், நகர்படிவுக் கரைப்பானில் தோய்த்த வடிதாள்கள் வைக்கப்படுகின்றன. இவை, கலன் முழுவதிலும் நீர்ம-வளிமச் சமன்பாட்டு நிலையை உறுதிப்படுத்துகின்றன.



படம் 8·5.
மென்படல நிறப்பகுப்பில் பயன்படும் S-வடிவகலன்கள்

(a), (b): இறுக்கத் தகடுகள்;
(c) மென்படலத் தகடு
(d) கரைப்பான்
(e) பிடிப்பி.

பகுப்புக் கலன்களின் கொள்ளவு குறைவாக இருந்தால், கலனில் நகர்படிவுடன் சமன்பாட்டுநிலை மாறுபடாது இருக்கும். இதற்காக (S-chambers) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு கலவை இடப்பட்ட நிறப்பகுப்புத் தகடு, ஒரு சட்டத்தில் பொருத்தப்படுகிறது. இச் சட்டத்தின் மூன்று பக்கங்களில், சில மி. மீ. உயரமுள்ள தக்கைகள் இருக்கின்றன. இத் தக்கைகளின் மேல் மற்றொரு கண்ணாடித் தகடு பொருத்தப்படுகிறது. இவ்வமைப்பின் திறந்த அடிப்பகுதி, நகர்படிவுக் கரைசலில் வைக்கப்படுகிறது. இவ்விரு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையில் உள்ள பகுதியே, பகுப்புக் கலனாகப் பயன்படுகிறது. இம் முறையில் குவியங்களின் R_f மதிப்புகள் பெரும்பாலும் மாறுவதில்லை.

8·3·9 நிறப்பகுப்புத் தகடுகளின்முன் சமன்பாட்டுநிலை

தாள் முறையில் செய்யப்பட்டதைப்போலவே, நிறப்பகுப்புத் தகடுகளையும், நிறப்பகுப்பிற்கு முன், நிலைப்படிவுடன் சமன்பாடு அடையச் செய்யலாம். குறிப்பாக, பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு முறைகளிலும், எளிதில் ஆவியாகும் கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்தும்போதும், முன்சமன்பாட்டு நிலையை (pre-equilibrium) உருவாக்குவது சிறந்த பயன்தரும்.

இம் முறையில், நிறப்பகுப்புக் கலனில், ஒரு சிறிய அகலில் நகர்படிவை வைத்து, அதில் சில வடிதாள்களைத் தொங்க

விடலாம். இக் கலனில், கலவை வைக்கப்பட்ட நிறப்பகுப்புத் தகட்டைச் சுமார் ஒரு மணி நேரம் வைத்திருக்கலாம். அதன் பின், அதே கலனில் மேலும் அதிக நகர்படிவை விரைவாக ஊற்றி, உடனே கலனை மூடி, நிறப்பகுப்பைத் தொடங்கலாம்.

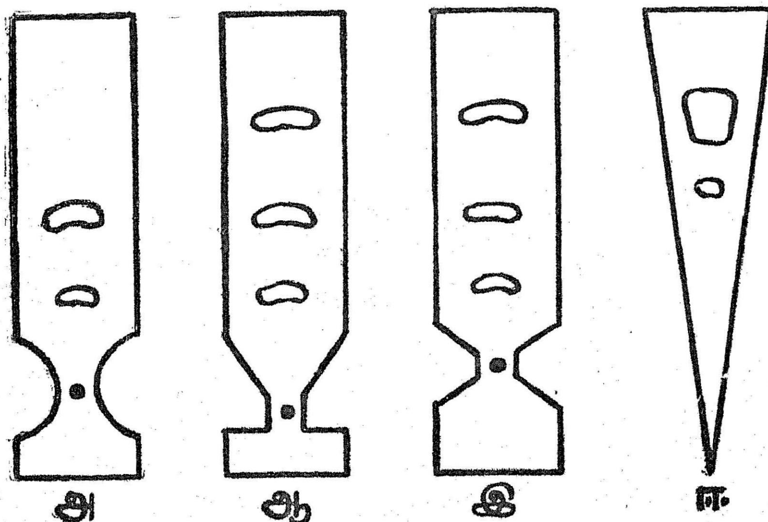
8·3·10 பன்முறைப் பகுப்பு

ஒரு குறிப்பிட்ட கரைப்பானில், குவியங்கள் மெதுவாக நகரலாம். எனவே, ஒரு தடவையிலேயே குவியங்கள் சரியாகப் பகுக்கப்படாதிருக்கலாம். இத்தகைய நிலையில், முதல் முறை பகுக்கப்பட்ட தகட்டை நன்கு காயவைத்து, மீண்டும் அதே நகர்படிவில் வைத்துப் பகுக்கலாம். R_f மதிப்பு குறைவாக உள்ள குவியங்களைப் பகுக்கவே இம்முறை பெரிதும் பயன்படும்.

ஒரு குவியத்தின் R_f மதிப்பு, ஒரு குறிப்பிட்ட நகர்படிவில் குறைவாக இருந்தால், மின் துருவத்தன்மை அதிகமுள்ள நகர் படிவைப் பயன்படுத்தி, R_f மதிப்பைக் கூட்டலாம்.

8·3·11 வடிவமைக்கப்பட்ட படலங்கள்

செவ்வக வடிவமுள்ள படலங்களில் இடப்படும் கலவை, வட்டவடிவில் பரவிச் செல்வதால், குவியங்கள் ஒன்றுடன்



படம் 8·6. வடிவமைக்கப்பட்ட படலங்கள்

ஒன்று கலந்துவிடக்கூடும். இதைத் தடுக்கவும், நிறப்பகுப்பை விரைவுபடுத்தவும், வடிவமைக்கப்பட்ட படலங்களில் (shaped areas) நிறப்பகுப்பு மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இந்த முறையில் குவியங்கள் பட்டைகளாக அமைவதால் ஒன்றுடன் ஒன்று

கலந்து விடுவதில்லை. இத்தகைய சில வடிவமைப்புகளை படம் 8-6ல் காண்க.

படம் 8·6–ல் உள்ள வடிவில், மாசுப் பொருள்கள் சிறிதளவு இருந்தாலும், அவை தெளிவாகத் தெரிந்துவிடும்.

8·3·12 தொடர் நிறப்பகுப்பு

குறைந்த மின்துருவத்தன்மை உடைய, எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய கரைப்பான்களைக்கொண்டு, சில கலவைகளைப் பகுக்க, இந்த முறை கையாளப்படுகிறது. நிறப்பகுப்புத் தகடு, நிறப்பகுப்புக் கலனிலிருந்து சிறிது வெளியே நீட்டிக்கொண்டு இருக்குமாறு அமைக்கப்படுகிறது. வெளியே வரும் நகர்படிவு, எளிதில் ஆவியாகிவிடுகிறது. இதனால், நகர்படிவு நீண்ட நேரம் தொடர்ந்து வந்து ஆவியாகிக்கொண்டே இருக்கும்; கலவைக் குவியங்கள் மெதுவாகப் பகுக்கப்பட்டுவரும். கலவை மூலக் கூறுகளின் பண்புகளுக்கிடையிலான வேறுபாடு மிகக் குறைவாக இருக்கும்போது, கரைப்பானின் மின்துருவத் தன்மையைக் கூட்டுவதைவிட, இந்த வகை நிறப்பகுப்பில் நல்ல வெற்றி கிடைக்கும்.

8·3·13 இரு திசைப் பகுப்பு

இதுவும் தாள் நிறப்பகுப்பை ஒட்டிய முறையேயாகும். இம் முறை, முன் அத்தியாயத்தில் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

8·3·14 குவியங்களில் R_f மதிப்புகளைக் காணல்

மென்படல நிறப்பகுப்பில் R_f மதிப்பைப் பாதிக்கும் சில பண்புகளையும், R_f மதிப்பை ஓரளவு நிலையாக இருக்கச் செய்யக் கூடிய செய்முறைகளையும் இப் பகுதியில் ஆராய்வோம்.

(அ) கவர்பொருளின் கவர்திறன்: கவர் பொருளின் பண்புகளில் ஏற்படும் சிறு மாறுதல்கள், R_f மதிப்பைப் பாதிக்கின்றன. கவர்திறன் மிகுந்த நிறப்பகுப்புத் தகடுகள், காற்று புகாத கலன்களில் பாதுகாக்கப்பட்டால், அவற்றின் கவர்திறன் குறையாமலிருக்கும்; அவற்றில் பகுக்கப்படும் பொருள்களின் R_f மதிப்புகளும் அதிகமாகாமலிருக்கும்.

(ஆ) பகுப்பு வளர்ச்சிமுறை: சமன்பாடின்மையால் ஏற்படும் R_f மதிப்பு மாற்றங்களைத் தடுக்க, மிகை ஓட்ட முறை (over-run method) கையாளப்படுகிறது. இம்முறையில், நிறப்பகுப்புத் தகடுகளில், கலவை பகுக்கப்படும் இடத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் மென்படலத்தில் ஒரு கோட்டைக் கிழித்து,

அதற்குமேல் கரைப்பான் நகராமல் நிறுத்தி விடலாம். கரைப்பான் இந்த உயரத்தை அடைந்தபின், மேலும் 10 மணித்துளிகள் பகுப்பு வளர்ச்சி செய்யப்படுகிறது. இதனால், நிலைப் படிவுகளுக்கு இடையிலான சமன்பாட்டுநிலை மேலும் உறுதிப் படுகிறது.

(இ) வெப்பநிலை : வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம், பங்கீட்டு முறையைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. எனவே பங்கீட்டு நிறப்பகுப்பு ஆய்வுகளில் வெப்பநிலை $\pm$ 2°C-க்குள் அமையுமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பரப்புக் கவர்ச்சி முறையில், சிறு வெப்பநிலை மாற்றங்கள் நிறப்பகுப்பைப் பெரிதும் பாதிப்பதில்லை. ஆனால், வெப்பநிலை வேறுபாடு 20°C அளவு இருந்தால், நிறப்பகுப்பு கண்டிப்பாகப் பாதிக்கப்படும்.

(ஈ) கலவையின் அளவு : படலத்தில் இடப்படும் கலவையின் அளவு, நிறப்பகுப்பைப் பெரிதும் பாதிக்கும். கலவையின் அளவு குறையக் குறைய, குவியங்களின் R_f மதிப்புகள் மேலும் மேலும் மாறுத்தன்மை பெறுகின்றன. ஒரே கலவையைப் பல்வேறு அளவுகளில் பகுத்துப் பார்ப்பதே சிறப்பாகும்.

(உ) கலவையின் பண்புகள் : ஒரு தனித்த மூலக்கூறு ஒரு மென்படலத்தில் நகரும்போது கிடைக்கும் R_f மதிப்பு, அத்தனி மூலக்கூறு கலவையில் பகுக்கப்படும்போது கிடைக்கும் R_f மதிப்புக்குச் சமமாய் இருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. கலவைகள் பகுக்கப்படும் போது, ஒரு மூலக்கூறின் பண்புகளைப் பெரிதும் பாதிக்கலாம். எனவே, குவியங்களின் பக்கத்தில் தனி மூலக்கூறுகளைப் பகுத்து, அவற்றுடன் குவியங்களை ஒப்பிட்டு அறிய முனைவதை விட, நாம் பார்க்கும் மூலக்கூறினைக் கலவையில் இட்டு, அதன் குவியப் பரப்பு மட்டும் கூடுகிறதா என ஆராய்வதே சிறப்பாகும்.

பொதுவாக, R_f, மதிப்புகள் மாறுதிருக்க, பின்வரும் நடவடிக்கைகளை எடுத்துக்கொள்ளலாம் :

(1) ஒரே நிறுவனத்தால் தயாரிக்கப்பட்ட கவர் பொருளையே எப்போதும் பயன்படுத்துதல்.

(2) படலங்களை ஒரே முறையில் தயாரித்து, ஒரே முறையில் இயக்க மூட்டுதல்.

(3) படலங்களை ஈரத்திலிருந்து நன்கு பாதுகாத்தல்.

(4) படலங்களை காப்புக் கலனிலிருந்து எடுப்பதற்கும், நிறப்பகுப்பைத் தொடங்குவதற்கு மிடையில், ஒரே சீரான மிகக் குறைந்த நேரத்தைச் செலவிடுதல்.

(5) கலவையை இயன்ற அளவு குறைவாக இட்டுப் பகுத்தல்.

(6) நிறப்பகுப்பிற்குமுன், நிறப்பகுப்புக் கலனையும், தகட்டையும் சமன்பாடடைய வைத்தல்.

(7) ஒரே உயரத்திற்குப் பகுப்பு வளர்ச்சி செய்து, மிகை ஓட்ட முறையையும் கையாளுதல்.

(8) இரண்டு, மூன்று முறை நிறப்பகுப்பைச் செய்து, R_f மதிப்பைத் தனித் தனிக் குவியங்களின் சராசரி மதிப்பிலிருந்து கண்டறிதல்.

8·3·15 கண்டறியும் முறைகள்

குவியங்களைக் கண்டறியும் முறைகளை, சிதைவு முறைகள் (destructive methods), சிதையா முறைகள் (non-destructive methods) என்ற இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். பண்பறி நிறப் பகுப்புகளிலும், அளவறி நிறப்பகுப்புகள் இலவற்றிலும், குவியங் களை, இனங்கான, சிதைவு முறைகளைக் கையாளலாம். ஆனால், தயாரிப்பு முறைகளிலும், சிதையா முறையே கையாளப்பட வேண்டும். குவியச்சிதையா முறைகளே, எல்லா வகை நிறப் பகுப்புகளிலும் விரும்பத் தக்கன.

பெரும்பாலான கரிமக் கலவைகளை, பொது வண்ண மூட்டிகள் இனங்காட்டி விடுகின்றன. இத்தகைய வண்ண மூட்டிகள் பல, சிதைவு முறையில் கலவையை இனங்காட்டப் பயன்படுபவையாகும். பொது முறைகளில், u v ஒளிர்வு முறை குவியச் சிதையா முறையாகும். அயோடின் முறை, 75% சிதையா முறை எனக் கருதப்படுகிறது

வண்ணமூட்டிகளைத் தெளிக்கு முன், மென்படலத் தகடு நன்கு உலரவிடப் படுகிறது. பின்னர், தகட்டை ஒரு மூடிய அறை போன்ற பகுதியில் (hood) வைத்து, தெளிப்பான்களைக் கொண்டு, வண்ணமூட்டிகள் தெளிக்கப்படுகின்றன. அடர் கந்தக அமிலம்போன்ற பொது வண்ணமூட்டிகள் பயன்படுத்தப் படும்போது, அவை பிற பகுதிகளைப் பாதிக்காமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

சில பொது வண்ணமூட்டிகளையும், அவற்றைத் தயாரிக்கும் முறைகளையும், பயன்களையும் பட்டியல் 8·3 சுட்டிக் காட்டுகிறது.

பட்டியல் 8·3

மென்படல முறையில் பயன்படும் பொது வண்ணமூட்டிகள்

எண்	வண்ண மூட்டி	பயன்படுத்தும் முறை	கரிமக் கலவை பெறும் வண்ணம்
1.	அடர் H_2SO_4	தெளிப்பானால் தெளித்து, 100—110°C வெப்பநிலையில், சில மணித் துளிகள் வைத்திருக்க வேண்டும்.	கருமை
2.	H_2SO_4-$Na_2Cr_2O_7$	5 கி. $Na_2Cr_2O_7$ + 20 மி.லி. தண்ணீர் + 10 மி.லி. அடர் H_2SO_4 கலவையைத் தெளித்து, 100 — 110°C வெப்பநிலையில் சில மணித்துளிகள் வைத்திருக்கவேண்டும்	,,
3.	H_2SO_4-$K_2Cr_2O_7$	$K_2Cr_2O_7$ஐ, அடர் H_2SO_4-ல் நிறை கரைசலாகக் கரைத்துத் தெளித்து, வெப்பமூட்ட வேண்டும்.	,,
4.	H_2SO_4-HNO_3	H_2SO_4-உடன், 5% HNO_3யைக் கலந்து தெளித்து, 100—100°-யில் வெப்பமூட்டவேண்டும்	,,
5.	$HClO_4$	தண்ணீரில் 25% கலவையை உருவாக்கித் தெளித்து, 150°C-ல் வெப்பமூட்ட வேண்டும்	,,
6.	I_2	மெத்தனாலில் தயாரிக்கப்பட்ட 1% பழுப்பு அயோடின் கரைசலைத் தெளிக்கலாம். அல்லது I உள்ள கலனில் தகட்டை வைக்கலாம்	பழுப்பு (பெரும்பாலான கலவைகள்)

சிறப்பு வண்ணமூட்டிகள் (special reagents) சிலவகைக் கலவைகளுக்கு மட்டும் வண்ணமூட்டக்கூடியவை. இத்தகைய வண்ணமூட்டிகள், மூலக்கூறுகளில் உள்ள வினைக்குழுக்களுடன் வேதிவினை புரிகின்றன. இத்தகைய வண்ணமூட்டிகள், அவற்றைத் தயாரிக்கும் முறைகள், அவற்றின் பயன்கள், அவை காட்டும் வண்ணங்கள் ஆகியன பட்டியல் 8·4-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 8·4 நிறப்பகுப்பு முறைக்கான சிறப்பு வண்ணமூட்டிகள்

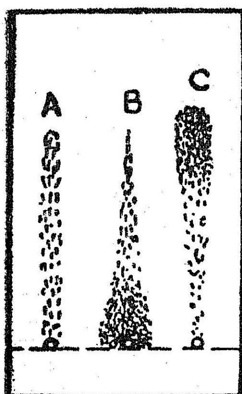
எண்	வண்ணமூட்டி	தயாரிப்பும், பயன்படுத்தும் முறையும்	கலவை மூலக்கூறுகள்	வண்ணங்கள்
1.	H_2SO_4, HOAC கலந்த அனிசால்டிஹைடு (anisaldehyde)	0·5 மி.லி அனிசால்டிஹைடு, 0·5 மி.லி. அடர் H_2SO_4, 9 மி.லி. 95% EtOH, சில துளிகள் HOAC கலந்த கலவையைத் தெளித்து, 105°C-ல் 25 மணித்துளிகள் வெப்பமூட்டவேண்டும்.	கார்போஹைட்ரேட்டுகள்	நீலம்
2.	புரோமோகிரெசால் கருநீலம் (bromocresol purple)	0·1% எத்தனால் கரைசலுடன், சிறிதளவு NH_3 ஊற்றி, தெளிக்க வேண்டும்	F-Cl-, Br-I- அயனிகள்	கருநீல பின்னணியில் மஞ்சள் புள்ளிகள்
3.	புரோமோகிரெசால் பச்சை (bromocresol green)	100 மி.லி.க்கு 8 துளிகள் 30% NaOH கலந்த H_2O – EtOH (20 : 80) கலவையில், 0·3% புரோமோகிரெசால் பச்சை கலந்த கரைசலைத் தெளிக்க வேண்டும்	கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள்	பச்சைப் பின்னணியில் மஞ்சள் புள்ளிகள்

	2, 4-டைநைட்ரோ ஃபினைல் ஹைட்ரசீன்	2N HCl-ல் கரைக்கப்பட்ட 0·5% 2, 4-டைநைட்ரோ ஃபினைல் ஹைட்ரசீன் கரைசலைத் தெளிக்க வேண்டும்	ஆல்டிஹைடுகளும், கீட்டோன்களும்	மஞ்சள் அல்லது சிவப்புப் புள்ளிகள்
5.	இரும்பு (III) குளோரைடு	1% நீரில் கரைக்கப்பட்ட கரைசலைத் தெளிக்கவேண்டும்	ஃபீனுல்கள்	பல வண்ணங்கள்
6	நின்ஹைட்ரின்	0·25% வண்ணமூட்டி கரைக்கப்பட்ட n-BuOH 95 மி லி.யுடன், 5 மி லி. 10% HOAC நீர்மக் கரைசலைக் கலந்து, தெளித்து, 120C°-ல் 10 — 15 மணித் துளிகள் வெப்ப மூட்டவேண்டும்	அமினோ அமிலங்கள், பெப்டைடுகள்	நீலம்

8·3·16 மென்படல நிறப்பகுப்பில் உள்ள சில சிக்கல்கள்

மென்படல நிறப்பகுப்பில் பலவகைச் சிக்கல்கள் எழலாம். அவற்றைத் தீர்க்கும் முறைகளை இங்கே ஆராயலாம்.

(அ) **கலவைச் சுமை:** நிறப்பகுப்பில், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கலவையைத்தான் பகுக்க முடியும். கலவையின் அளவு இவ் வெல்லையைத் தாண்டிவிட்டால், கலவை குவியங்களாகப் பகுக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக, தூவப்படவோ (smearing) அல்லது முன்வாலாக நீட்டப்படவோ (fronting) கூடும் (படம் 8·7, A, B,). கலவையின் அளவைக் குறைத்து, இக் குறைகளை நீக்கலாம்.



படம் 8·7.
கலவையை மிகையாக இடுவதன் விளைவுகள்
A. தூவல்;
B. முன்வால் நீட்சி;
C. வால் நீட்சி.

(ஆ) **மிகை வேகம்:** சில சமயங்களில், நகர்படிவுகள் மிகவேகமாக நகர்ந்துவிடும். இவ்வாறு நகரும்போது, மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே உள்ள சிறிய வேறுபாடுகள் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுவதில்லை. எனவே, சிறிய வேறுபாடுகள் உள்ள மூலக்கூறுகளின் கலவைகள் இம் முறையில் பகுக்கப்படாமல் போகலாம்.

(இ) **குறைவேகம்:** சில கரைப்பான்கள், மிகவும் மெதுவாக நகரக் கூடும். அப்போது, குவியங்கள் பெரும் பரப்பளவில் விரிந்து விடும்; அவை ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து விடுவதும் உண்டு. கரைப்பான்களின் மின்துருவத்தன்மையைக் கூட்டியோ அல்லது குறைத்தோ, அவற்றின் வேகத்தைக் கூட்டவோ அவற்றை குறைக்கவோ செய்யலாம். எனவே, கரைப்பான்களை மாற்றுவதால் இக் குறைகள் தவிர்க்கப்படலாம்.

(ஈ) **வால் நீட்சி:** வால் நீட்சியில் (tailing), குவியம் முன்புறமாகவும் அதன் வால் மெதுவாகவும் நகரும் (படம் 8·7 C). இதனால், நிறப்பகுப்பில் சில சிக்கல்கள் உருவாகலாம். வால் நீட்சியின் காரணங்களையும், அதை நீக்கும் முறைகளையும் காணலாம்.

(1) நிலைப்படிவுப் படலம் சமதளமாக அமையாவிட்டால், வால்நீட்சி ஏற்படும். எனவே, படலங்கள் ஒரே தளமாக அமைதல் வேண்டும்.

(2) பகுப்பின்போது வெப்பநிலை மாறுபட்டால், வால் நீட்சி தோன்றலாம்.

(3) கலவையின் அடர்வு மிகுதியாக இருந்தால், முன் வால்நீட்சி தோன்றுவதைப் போல, சில வேளைகளில் நீட்சியும் ஏற்படலாம்.

(4) அமில அல்லது காரக் கலவைகள் பகுக்கப்படும் போது, அயனிகளும், அயனியாகா மூலக்கூறுகளும் வெவ்வேறு வேகங்களில் நகர்வதால், வால்நீட்சி தோன்றலாம். இதைத் தவிர்க்க, நகர்படிவுடன், சிறிதளவு அமிலம் அல்லது காரம் கலக்கலாம் (இம் முறை முன்பே விளக்கப்பட்டது).

(5) கரிமக் கலவையில் அயனிகளிருந்தால், வால்நீட்சி உருவாகும். உயிரியல் கலவைகளைப் (biological meterials) பகுக்கும் போது, இதைத் தெளிவாகக் காணலாம். இத்தகைய சூழலில், அயனிகளை முதலில் கரைப்பானால் பிரித்து (solvent extraction) நீக்கிவிட்டு, நிறப்பகுப்புச் செய்யவேண்டும்.

(உ) கலவையை வைக்குமிடம்: கலவையை வைக்குமிடத்திற்கும், நகர்படிவு படலத்தைத் தொடுமிடத்திற்கு மிடையில் உள்ள தூர வேறுபாடு, கலவையைப் பகுக்கும் நகர்படிவின் பண்பையே பாதிக்கிறது. எனவே, நிலைப்படிவின் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்திலேயே கலவையை வைக்கவேண்டும்.

8·3·17 மென்படலங்களைப் பாதுகாத்தல்

மென்படலங்களில் பிரித்தெடுக்கப்படும் குவியங்களை ஒளி புகும் தாள்களில் பதித்து வைக்கும் முறை, முன்பே விளக்கப் பட்டது (8·2·6). படலங்களைப் புகைப்படம் எடுத்தோ, ஒற்றுத் தாளில் (tracer paper) வரைந்தோ, மென்படல நிறப்பகுப்பைப் பாதுகாக்கலாம்.

8·4 தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பு

மூலக்கூறுகளைத் தயாரிக்க, மென்படலங்கள் இரு வகைகளில் துணைபுரிகின்றன. முதலாவதாக, நிறப்பகுப்புத் தகடு

களில் கலவையைப் பகுப்பதற்கு ஏற்ற கரைப்பானையும், கவர் பொருளையும் கண்டறிந்து, அதே கவர்பொருள், கரைப்பான் மூலம் குழல் முறையில் பெருமளவு மூலக்கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம். அதிக அளவு கலவைகளை, தகடுகளிலேயே பகுத்தெடுக்கும் முறையை இரண்டாம் முறையாகக் கொள்ளலாம். முதல் முறையைச் சுருக்கமாக ஆராய்ந்தபின், இரண்டாம் முறை விரிவாக விளக்கப்படும்.

8·4·1 குழல் நிறப்பகுப்பிற்கான முன் ஆய்வு

அலுமினா, சிலிக்கா குழல்களுக்கான முன்னோடி ஆய்வுகளை, மென்படல நிறப்பகுப்பு முறையில் நிகழ்த்தலாம். மென்படலங்களில் குவியங்களின் R_f மதிப்பு 0·3-க்கு மேல் போகாமல் பகுக்கக் கூடிய கரைப்பான்களையே, குழல் முறைக்குத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். அப்போதுதான், குழல் முறையில், குவியங்களுக்கு இடையிலோன இடைவெளி மிகுதியாகும். கலவையின் ஒரே ஒரு குவியத்தின் R_f மதிப்பு மட்டும் 0·5 வரை இருக்கலாம். மென்படல முறையை, குழல் முறையாகப் பின்வரும் படிகளில் மாற்றலாம்:

(1) மென்படல முறையில், கலவையை நன்கு பகுக்கக் கூடிய இரண்டு கரைப்பான்களில் கலவையாலான நகர்படிவைக் கண்டறிய வேண்டும். கரைப்பான்களின் மின்துருவத்தன்மை வெவ்வேறாக அமைய வேண்டும்.

(2) நகர்படிவின் மின்துருவத்தன்மையைப் படிப்படியாகக் குறைத்து, வேகமாக நகரும் குவியத்தின் R_f மதிப்பு 0·3 ஆக அமையக் கூடிய கரைப்பான்களின் விகிதத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். இத்தகைய சூழலில், குவியங்கள் தெளிவாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்க வேண்டிய தேவையில்லை. படி 1-ல் இது உறுதி செய்யப்பட்டு விட்டது.

(3) மென்படலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டதைப் போன்ற அதே தரமுள்ள நிலைப்படிவைக் குழலில் நிரப்பிக் கொள்ள வேண்டும். ஒரே நிறுவனத்தாரால் தயாரிக்கப்பட்ட கவர்பொருள்களையே, மென்படல முறைக்கான வடிவிலும், குழல் நிறப்பகுப்பு முறைக்கான, வடிவிலும் வாங்கிப் பயன்படுத்துவது நல்லது. கவர்பொருள்கள் யாவையும் ஒரே கவர் திறன் கொண்டவை என்பதையும் உறுதி செய்து கொள்ள வேண்டும்.

(4) குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்திருந்தால், கலவையின் அளவைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம்.

மென்படலத் தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பில், பெரிய மென்படலங்களில், கலவை பட்டையாக இடப்பட்டு பகுக்கப்படுகின்றது. பட்டைகளாகப் பகுக்கபப்ட்ட குவியங்களைப் பிரித்தெடுத்து, அவற்றிலுள்ள கவர்பொருள்களை நீக்கினால் தூய மூலக்கூறுகள் கிடைக்கின்றன. இத்தகைய தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பில் கையாளப்படும் முறைகளை இனி ஆராய்வோம்.

8·4·2 கவர்பொருள்

தயாரிப்பு முறைக்கான கவர்பொருள், மிகத் தூய்மையானதாக இருக்கவேண்டும். கவர்பொருளைப் பயன்படுத்துமுன், அதை மெத்தனாலில் கழுவிக்கொள்வது நல்லது. நிறைவுறுக் கலவைகளைப் பகுக்க முனையும்போதெல்லாம், கவர்பொருளுடன் ஒளிர் பொருள்களைச் சேர்த்துக்கொள்ளவேண்டும். குவியங்களைக் கண்டறிய, ஒளிர் பொருள்முறை, ஒரு சிறந்த சிதையா முறையாகும்.

8·4·3. படலங்களைத் தயாரித்தல்

தயாரிப்பு முறையிலும் பெரும்பாலும் 20 × 20 செ.மீ. தகடுகளே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில வேளைகளில், 20 × 40 செ.மீ. அல்லது 20 × 100 செ.மீ. அளவுள்ள தகடுகளும் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு.

கலவைக் குழம்புகள், சாதாரண முறைகளில் பயன்படுத்தப் படுவதைவிடச் சற்று அதிகத் தடிப்புடையனவாகத் தயாரிக்கப் படுகின்றன. 1·5 மி.மீ. தடிப்பு வரை மென்படலங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. படலங்களை உருவாக்க, சட்டமுறை, நகர்பரப்பிமுறை, நிலைப்பரப்பிமுறை ஆகிய மூன்றும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இவை முன்பே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றைவிட, கமாக் நிலைப்பரப்பி முறையே வெற்றிகரமாகச் செயல்படுகிறது.

படலங்கள் உருவாக்கப்பட்டபின், அவற்றை அறை வெப்ப நிலையில் நீண்ட நேரம் காயவைத்து, பின்பு வெப்பப்படுத்தி, கவர் திறனூட்ட வேண்டும். இல்லையேல், படலங்களில் வெடிப்புகள் (cracks) உருவாகலாம். உண்மையில், படலங்களை 110°C-யில் ஒரு மணி நேரம் வெப்பமூட்டி, உடனே நிறப் பகுப்பிற்குப் பயன்படுத்துவதே சிறந்த முறையாகும்.

8·4·4 கலவையை இடும் முறை

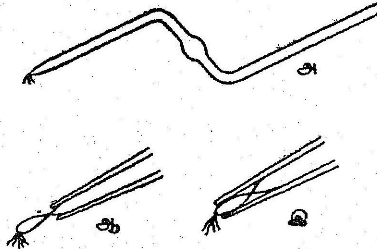
முதலில், 50—100°C-யில் ஆவியாகக்கூடிய (குளோராஃபாம் நீங்கலாக) ஒரு கரைப்பானில், கலவையைக் கரைக்க வேண்டும். கரைப்பானில், கலவை நன்கு கரைந்து, அடர்வு மிக்க கரைசலை உருவாக்கினால், இடவேண்டிய கலவையின் அளவு குறையும்.

அடுத்து, 5 மி.மீ. அகலமுள்ள சிறு பரப்பில், 2 மி.லி. வரை கரைசலை இட வேண்டும். கலவை இடப்படும்போது, அது குறிப்பிட்ட சிறிய பரப்பைவிட்டு விலகிவிடக்கூடாது.

கலவையைப் படலங்களில் சிறிது சிறிதாக இட்டு, ஒவ்வொரு முறையும் சிறு மின் விசிறி அல்லது காற்றுக் குழல் (air-gun) முதலியவற்றால் காயவைத்து, மேலும் மேலும் கலவையை இட வேண்டும். இப்போது, கலவைகளை இடும் பல கருவி யமைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், கருவிகளின் உதவியின்றியும் கலவையை இடலாம்.

சில வேளைகளில், தயாரிப்புப் படலங்களில் கலவையை இட, தந்துகிக் குழல்கள் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. ஆனால், இவை வட்டவடிவில் கலவையை இடும். மேலும், இம் முறையில் கலவையை விரைவில் இடவும் முடியாது.

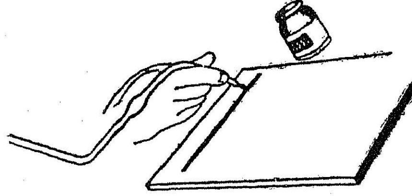
கலவையை விரைவாகவும், ஒரே சீராகவும் இடக்கூடிய கருவியொன்றை நாமே தயாரித்துக் கொள்ளலாம். 2 மி.லி. உறிஞ்சு குழல் (pipette) ஒன்றை, படம் 8.8 (அ)-ல் காட்டியுள்ளபடி வளைத்து வடிவமைத்துக் கொள்ளவேண்டும். உறிஞ்சு குழலின் நுனியில், ஒரு நைக்ரோம் கம்பியை, படம்



படம் 8·8. கலவையை இடும் கருவியைத் தயாரித்தல்

8·8 (ஆ)-ல் காட்டியுள்ளதைப்போல் ஒரு கொக்கியாக (loop) வளைத்துச் செருகவேண்டும். ஒரு துண்டு நூலைச் சிறு

துண்டுகளாக வெட்டி, இக் கொக்கியின் நுனியில் முடிந்துவிட வேண்டும். இப்போது கொக்கியைக் குழலின் உள்ளே தள்ளினால், நூல்கள் குழலிலிருந்து வருவதைப்போல் தொங்கும் [படம் 8.8 (இ)]. அவற்றைக் குழலிலிருந்து சுமார் 8 மி.மீ. தூரத்தில் வெட்டிவிடவேண்டும். இவ்வாறு வடிவமைக்கப்பட்ட



படம் 8.9. தயாரிப்புத் தகட்டில் கலவையை இடும் முறை

குழலில் கலவையை உறிஞ்சிக்கொண்டு, படம் 8·9-ல் காட்டியுள்ளதைப்போல் தகட்டில் வைத்து மெள்ள இழுத்தால் கலவை ஒரே சீராகத் தகட்டில் வடியும்.

8·4·5 பகுப்பு வளர்ச்சி

தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பில், மிக விரைவாக நகரும் குவியத்தின் R_f மதிப்பு 0·5-க்கும் குறைவாக இருக்குமாறு பகுக்கக்கூடிய கரைப்பான் கலவையையே, நகர்படிவாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். அப்போதுதான், பன்முறைப்பகுப்பு செய்ய இயலும். இம் முறையில், குறைந்த R_f மதிப்புள்ள குவியங்கள் கூட நன்கு பகுப்படையும். மிகுதியான கலவையைப் பகுப்பதற்கும் இதுவே சிறந்த முறையாகும்.

8 4·6 கண்டறியும் முறைகள்

முன்னர் குறிப்பிட்டதைப்போல, நிறைவுறு மூலக்கூறுகளைப் பகுக்கும்போது, ஒளிர் பொருளை நிலைப்படிவில் கலந்துவிட்டால், குவியங்கள் உள்ள பகுதிகள் மட்டும் uv-ஒளியில் ஒளிராதிருக்கும். இம் முறையைத் தவிர, மேலும் மூன்று கண்டறியும் முறைகளும் தயாரிப்புப் படலங்களில் கையாளப் படுகின்றன.

(அ) தண்ணீர் தெளிப்பு (Water spray): நிறப்பகுப்படைந்த தகடுகளில் தெளிப்பானைக்கொண்டு தண்ணீரை அளவோடு தெளித்தால், குவியங்கள் இல்லாத இடங்கள் ஒளிபுகும் பகுதிகளாகவும், குவியங்கள் உள்ள இடங்கள் ஒளிபுகாப்

பகுதிகளாகவும் காட்சியளிக்கும். இந்த வேறுபாட்டைக் கொண்டு குவியங்களைக் கண்டறியலாம்.

(ஆ) ஓரத் தெளிப்பு (Edge spray): தயாரிப்புத் தகட்டின் பெரும் பரப்பை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டால் மூடிவிட்டு, எஞ்சிய சிறு பகுதியை ஒரு கத்தியால் பெரும்பகுதியிலிருந்து துண்டித்து விடவேண்டும். சிறு பகுதியில் வண்ணமூட்டிகளைக்கொண்டு, குவியங்கள் உள்ள இடங்களைக் காணலாம். அந்த இடங்களுக்கு நேராக மறைக்கப்பட்ட பகுதிகளில் குவியங்கள் இருக்கும் என்று அறியலாம்.

(இ) ஒளிபுகுதாள் தெளிப்பு (transparent paper spray): தகட்டின் ஓர் ஓரத்தில் ஓர் ஒளிபுகும் தாளை அழுத்தி எடுத்து, அத் தாளில் ஒட்டிக்கொண்ட பகுதியை வண்ணமூட்டி, குவியங்களைக் கண்டறியலாம். பிறகு, தகட்டிலுள்ள பகுதிகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

8.4 7 மூலங்களை மீண்டும் பெறுதல்

பகுக்கப்பட்ட தகடுகளில் குவியங்கள் இருப்பதாகக் கண்டறியப்பட்ட பகுதிகள், தனித்தனியே ஒரு மெழுகு தாளில் (wax paper) சுரண்டியெடுக்கப்பட்டுச் சேகரிக்கப்படுகின்றன. தகுந்த கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்தி, இவற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகளைப் பெறலாம்.

தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பில், கரிம மூலக்கூறுகளைப் பகுத்தெடுக்கும்போது, நீண்டநேரம் ஒளிபடவைப்பதாலும், அதிகம் வெப்பமூட்டுவதாலும் அவை வேதிமாற்றம் அடைந்துவிடவோ, ஆவியாகிப் போய்விடவோகூடும். எனவே, பகுப்பு ஆய்வினை விரைவாகச் செயல்படுத்துவதே சிறப்பாகும். சில வேளைகளில், ஒளிபடாதவாறு தயாரிப்பு நிறப்பகுப்பு செயல்படுத்தப் படுவதுண்டு.

8.5 அளவறி மென்படல நிறப்பகுப்பு

அளவறி நிறப்பகுப்புக்கு ஏற்றது வளிம நிறப்பகுப்பு முறையே ஆகும். எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய (அல்லது, எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய தொடர்பொருளாக மாற்றக்கூடிய) கலவைகளை, அளவறி பகுப்பாய்வு செய்ய முனையும்போது, எப்போதும் வளிம நிறப்பகுப்பு முறையையே தேர்ந்துகொள்ள வேண்டும். ஒரு கலவையில் எளிதில் ஆவியாகாத மூலக்கூறுகள் இருந்தால் அக் கலவையைத் தாள் முறையிலோ அல்லது மென்படல முறையிலோ அளவறி பகுப்பாய்வு செய்யலாம்.

அளவறி தாள் நிறப்பகுப்பில் குறிப்பிட்டதைப்போல் மென்படல நிறப்பகுப்பிலும், உள் முறைகள், வெளிமுறைகள் என இரு வகைகள் உண்டு. தாள் நிறப்பகுப்பில் விளக்கப்பட்ட இரு உள் அளவறி நிறப்பகுப்பு முறைகளும், மென்படலங்களிலும் கையாளப்படுகின்றன.

8·5·1 குவியப் பரப்பு முறை

கலவை பரவும்போது, கலவையின் அளவுக்கு ஏற்பக் குவியம் விரிவடைகிறது என்ற அடிப்படையில் இம் முறை இயங்குகிறது. அடர்வு தெரிந்த மூன்று மூலக்கூறு கரைசல்கள் கலவைக் கரைசலுடன் ஒரு மென்படலத்தில் ஒரே அளவு இடப்பட்டு, ஒரே சூழலில் பகுக்கப்பட்டு, வண்ணமூட்டப் படுகின்றன. கலவையில் உள்ள மூலக்கூறின் குவியம், எந்த அடர்வுள்ள குவியத்துடன் பரப்பில் ஒத்துள்ளதோ அந்த

கரைப்பான் முகப்பு

A (மி.மீ²)	113	113	232	232	113	113	36·5	36·5
√A	10·6	10·6	15·2	15·2	10·6	10·6	6·05	6·05
W (μகி)	(5)	(5)	10	10	5	5	2·5	2·5
LOG W	·698	·698	1.	1.	·698	·698	·398	·398

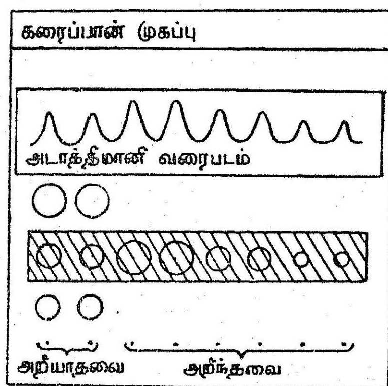
அறியாதவை அறிந்தவை

படம் 8·10 குவியப்பரப்பு முறையில் குவியங்களின் அளவைக் கண்டறிதல்

அடர்வே, கலவையில் அம் மூலக்கூறின் அடர்வாகும் (படம் 8·10 காண்க).

8·5·2 அடர்த்திமானி முறை

இம் முறையில், குவியங்கள் பகுக்கப்பட்டபின், மென் படலத் தகடு அப்படியே அடர்த்திமானி (densitometer) வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. குவியங்களின் அடர்த்திகள் ஒரு வரைபடமாகக் கிடைக்கின்றன. கலவைக் குவியங்களின் வரை படச் சிகரங்களை (peaks) மற்ற அளவுதெரிந்த வரைபடச் சிகரங் களுடன் ஒப்பிட்டு, மூலக்கூறின் அடர்வைக் கண்டறியலாம். ஒரே கலவையின் பரப்பு ஒப்பீட்டு முடிவுகளையும், அடர்த்திமானி முடிவுகளையும் படம் 8·11 ஒப்பிட்டுக் காட்டுகிறது.



படம் 8·11.

குவியப்பரப்பு, அடர்த்திமானி முறைகளை ஒப்பிட்டுக் காணல்

8·5·3 வெளி முறைகள்

வெளிமுறைகளிலும், தரம்தெரிந்த கரைசல்களைப் (standard solutions) பயன்படுத்துவதே சிறப்பாகும். கலவையுடன் தரம் தெரிந்த கரைசல்களையும் இட்டு, நிறப்பகுப்பு மேற்கொள்ளப் படுகிறது. நிறப்பகுப்பு முடிந்தபின், குவியங்கள் பல சதுரங் களாகக் கத்தியால் (blade) பிரித்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. இவை, தனித்தனியே கலன்களில் சேகரிக்கப்பட்டு, கரைப்பான் களில் மூலக்கூறுகளைக் கரைப்பதன்மூலம், கவர்பொருள் நீக்கப் படுகிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும் கரைசல்கள், *uv*-உட்கொள் நிறமாலையை (*uv*-absorption spectra) ஒளி நிறமானியில் (photo-colorimeter) கண்டறிதல் போன்ற இயற்பியல் முறைகளாலோ அல்லது வேதிவினை முறைகளாலோ மதிப்பிடப்படுகின்றன.

8·6 ஆய்வுகள்

8·6·1 ஆல்டிஹைஹடுகளின் 2,4-டைநைட்ரோ ஃபீனைல் ஹைட்ரசோன்களைப் பகுத்தெடுத்தல்

ஃபார்மால்டிஹைடு (formaldehyde), அசிட்டால்டிஹைடு (acetaldehyde), புரோப்பியானல்டிஹைடு (propionaldehyde), n-பியூட்டிரால்டிஹைடு (n-butyraldehyde) ஆகியவற்றின் 2,4-டைநைட்ரோஃபீனைல்ஹைட்ரசோன்களை (2,4-dinitrophenyl-hydrazone) 1% (எ/ப) விகிதத்தில் தனித்தனியே எத்தனாலில் கரைத்துக்கொள்ளவேண்டும். இவற்றின் கலவைகளையும் எத்தனாலில் கரைத்து வைத்துக்கொள்ளலாம்.

சிலிக்கா களிமப் படலத்தைத் தண்ணீரைப் பயன்படுத்தி 20×20 செ.மீ. தகடுகளில் தயாரித்து. 100°C வெப்பநிலையில் 30 மணித்துளிகள் காயவைக்கவேண்டும். கலவைகளையும், தனிமூலக்கூறுகளையும் இத் தகட்டில் வரிசையாக இட்டு, பென்சீனும் பெட்ரோலியம் ஈதரும் 3:1 என்ற விகிதத்தில் கலக்கப்பட்ட கரைப்பானை நகர்படிவாகப் பயன்படுத்தி, ஆய்வினைச் செய்யவேண்டும். கரைப்பான் 15 செ.மீ. நகர்ந்ததும், நிறப்பகுப்பை நிறுத்தித் தகட்டைக் காயவைக்கவேண்டும்.

மூலக்கூறுகளே வண்ணமுடையனவாக விளங்குவதால், வண்ணமூட்டிகள் ஏதும் தேவையில்லை. பகுக்கப்பட்ட குவியங்களின் R_f மதிப்புகளைக் கணக்கிடவேண்டும்.

9. வளிம நிறப்பகுப்பு

நிறப்பகுப்பு முறைகளிலேயே கருவி அமைப்புகளை மிகுதியாகக் கொண்டது, வளிம நிறப்பகுப்பாகும். எனவே, இத்தகைய நிறப்பகுப்புக் கருவியை உருவாக்கிக் கொள்வது எளிதன்று. ஆனால், இம்முறை பிற முறைகளைவிட மூலக்கூறுகளைப் பகுப்பதில் பன்மடங்கு சிறந்து விளங்குகிறது.

எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய எல்லா மூலக்கூறுகளையும், வளிம நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கலாம். 400°C வெப்பநிலையில் ஆவியாகும் மூலக்கூறுகளின் கலவைகளையும் இம்முறையில் பகுக்கலாம். இந்த வெப்பநிலையில், ஏறக்குறைய எல்லாக் கரிம மூலக்கூறுகளும், பல கனிம மூலக்கூறுகளும் ஆவியாகி விடுவதால், வளிம நிறப்பகுப்பு மிகவும் பயனுள்ள ஒரு முறையாக விளங்குகிறது.

இம்முறையில், பல மூலக்கூறுகள் உள்ள ஒரு கலவையைப் பகுக்க 20 முதல் 60 நிமிடங்களே தேவைப்படுகின்றன. பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளில் கிடைக்குமளவு பகுக்கப்பட்ட மூலக்கூறுகள் கிடைப்பதில்லை. இந்நிலையை நிவர்த்திக்க, தயாரிப்பு வளிம நிறப்பகுப்பு (preparative gas chromatography) முறைகள் இன்று உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

50 சேர்மங்கள் உள்ள கலவையைக்கூட வளிம நிறப்பகுப்பு முறையைக் கொண்டு பகுக்க முடியும். பிற முறைகளால் தூய்மையானவை என்று முடிவு செய்யப்பட்ட பல சேர்மங்களில், மிகச் சிறிதளவு மாசுப் பொருள்கள் (impurities) கலந்துள்ளதை வளிம நிறப்பகுப்பு முறை சுட்டிக் காட்டியுள்ளது.

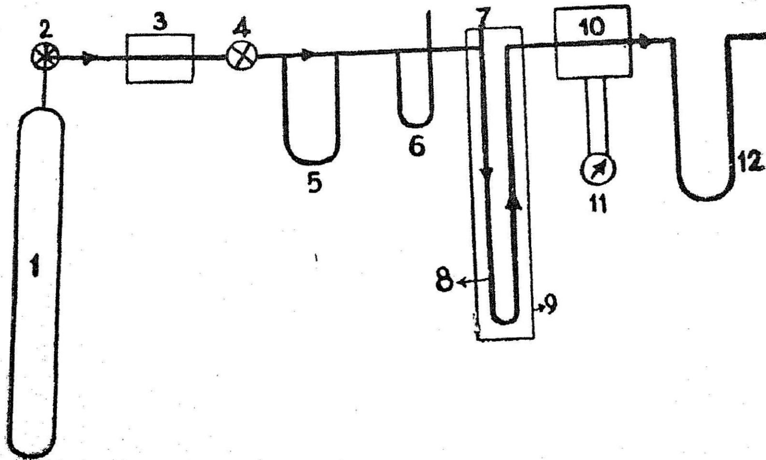
வளிம நிறப்பகுப்பின் பிறிதொரு சிறப்பு, ஒரு கலவை பகுக்கப்படும் போதே, அதிலுள்ள பொருள்களின் அளவையும் அறிந்துகொள்ள முடிவதேயாகும். அதாவது பண்பறி பகுப்பு நிகழும்போதே, அளவறி பகுப்பும் நிகழ்ந்துவிடுகிறது.

வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பில், பல வகை திடப் பொருள்கள் தாங்கிகளாகவும், பல நீர்மங்கள் நிலைப்படிவுகளாகவும் பயன்

படுத்தப்பட்டுள்ளன. கொதிநிலை (boiling point) அல்லது வேதிப் பண்புகளின் அடிப்படையில், கலவையிலுள்ள பொருள்கள் பகுக்கப்படுகின்றன.

9·1 கருவி அமைப்புகள்

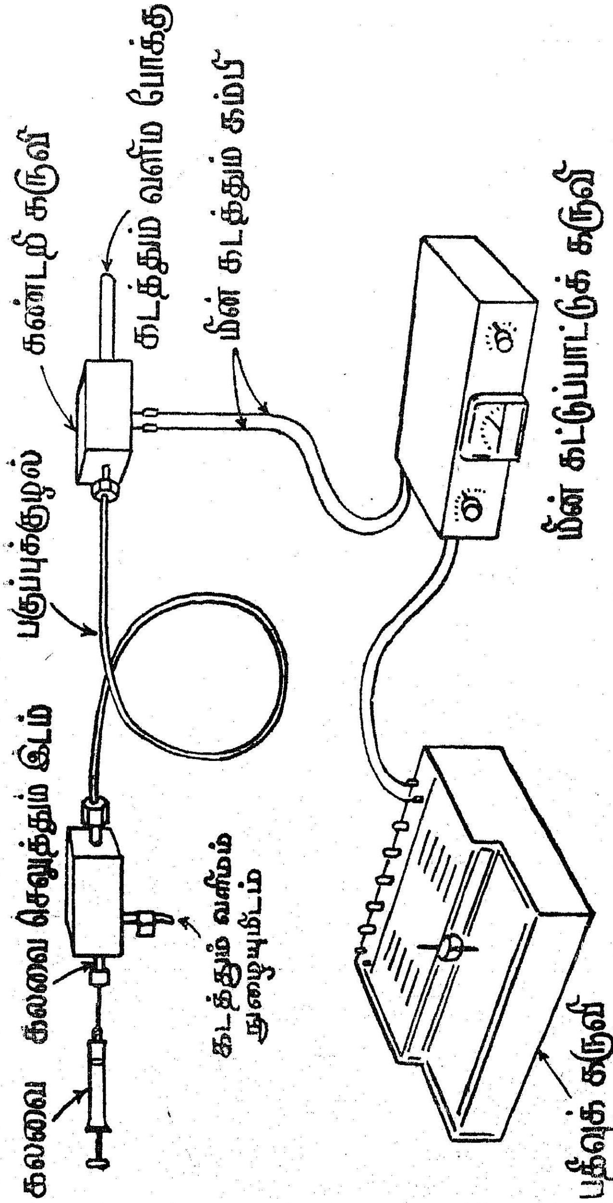
வளிம நிறப்பகுப்பில் கலவையானது ஒரு வளிமமாகவோ, அல்லது எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய நீர்மமாகவோ, அல்லது ஒரு திண்மமாகவோ இருக்கலாம். இம் முறையில், பகுக்கப்படும் கலவையானது முதலில் ஆவியாக்கப்பட்டு, ஒரு கடத்தும் வளிமத்துடன் (carrier gas) கலக்கப்படுகிறது. இதுவே, நகரும் படிவாகச் செயல்படுகிறது.



படம் 9·1. வளிம நிறப்பகுப்புக் கருவியின் பொது அமைப்பு

1. கடத்தும் வளிமக் கலன்.
2. திருகு திறப்பான்.
3. வளிமப் பகுப்புக் கருவி.
4. நுண் திறப்பான் needle vavle
5. வளிம நகர்வை அளக்கும் கருவி (flowmeter)
6. அழுத்த மானி (manometer)
7. கலவையைச் செலுத்தும் இடம்.
8. நிலைப்படிவுக் குழல்.
9. வெப்பமூட்டும் அடுப்பு.
10. கண்டறி கருவி.
11. பதிவுக் கருவி.
12. சோப்புக் குமிழி நகர்வேகக் கருவி

குறுகிய விட்டமுடைய (1·5—12·5 மி·மீ விட்டம்) ஒரு நீண்ட குழலில் நிலைப்படிவு முதலில் நிரப்பப்படுகிறது. வளிம-திண்ம நிறப்பகுப்பில், நிலைப்படிவு ஒரு கவர்பொருளாகும். வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பில், திண்மத் தாங்கி ஒன்றில் வைக்கப்பட்டுள்ள நீர்மமே நிலைப்படிவாகச் செயல்படுகிறது. சில சமயங்களில், ஒரு தந்துகிக் குழலின் உட்புறச் சுவரில் படலமாக நீர்மம் படிய வைக்கப்படுவதுமுண்டு. இத்தகைய வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பு தந்துகிக்குழல் நிறப்பகுப்பு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

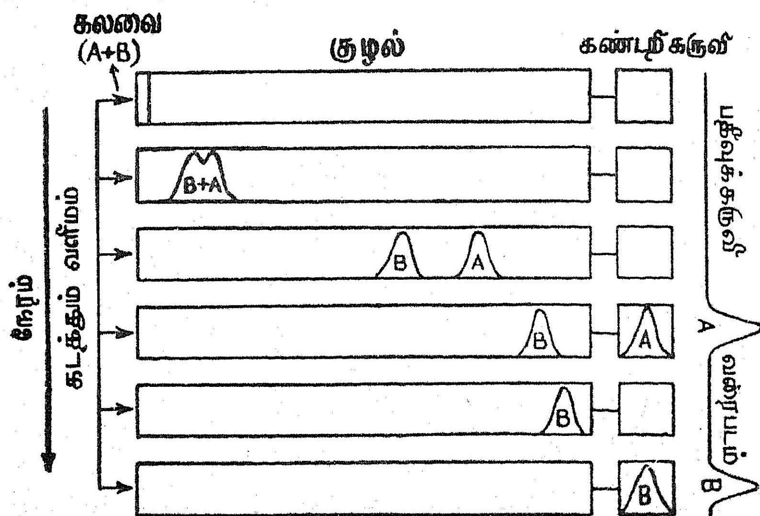


படம் 9·1(a) வளிம நிறப்பகுப்புக் கருவியின் பொது அமைப்பு

படம் 9·1, படம் 9·1(a) ஆகியன வளிம நிறப்பகுப்புக் கருவியின் பொது அமைப்பைச் சுட்டிக் காட்டுகின்றன. கடத்தும்

வளிமம், செலுத்துக் கலனின் (injector port) வழியாக, நிறப் பகுப்புக் குழலை அடைகிறது. குழலைவிட்டு வெளியேறும் கடத்தும் வளிமம்கண்டறி கருவியின் (detector) வழியாகச் செல்லும்போது கிடைக்கும் செய்தி பதிவுக் கருவியில் (recorder) வரைபடமாகப் பதிவு செய்யப்படுகிறது. கடத்தும் வளிமம் மட்டும், குழலின் வழியே சீராக வரும்போது, பதிவுக் கருவியில் ஒரு நேர்கோடு மட்டுமே காணப்படும்.

ஓர் ஊசி பொருத்தப்பட்ட பீச்சுக் குழாயைச் (syringe) கொண்டு, கலவையைச் செலுத்துக் கலனுள் புகுத்த வேண்டும். செலுத்துக் கலன் உயர் வெப்பநிலையில் இருப்பதால், கலவை உடனே முற்றிலும் ஆவியாகிவிடும். இந்த ஆவியானது, கடத்தும் வளிமத்துடன் கலந்து, பகுப்புக் குழலினுள் நுழையும். கலவையில் இருவகை மூலக்கூறுகள் இருப்பின், அவை நிலைப் படிவின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் பங்கீட்டையும். பங்கீட்டுக் கோவை வேறுபாட்டின் காரணமாக, இவ்விருவகை மூலக்கூறு களும் தனித்தனியே பிரிகின்றன. இதனால், கடத்தும் வளிமம் பகுப்புக் குழலை விட்டு வெளியேறும் போது, இரு வகை மூலக் கூறுகளையும் தனித்தனிக் குவியங்களாச் சுமந்து வரும். இவ்விரு குவியங்கள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் கண்டறி கருவியில்



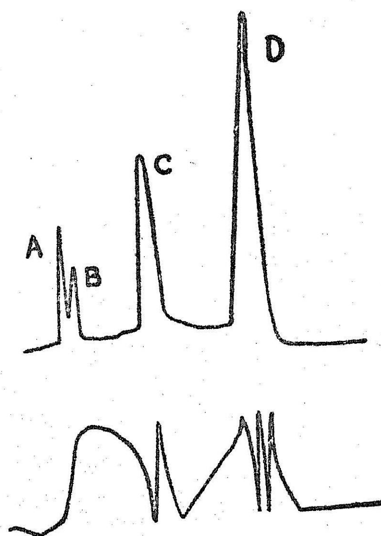
படம் 9·2. பல படிகளில் A,B ஆகியவற்றின் கலவை, வளிமநிறப்பகுப்புக் கருவியில் பகுக்கப்படுதல்

நுழையும்போது, கடத்தும் வளிமத்தின் பண்பிற்கும் குவியத்தின் பண்பிற்கும் இடையேயுள்ள வேறுப்பாட்டைக்

கண்டறி கருவி உணர்ந்து கொள்கிறது. இவ் வேறுபாட்டைப் பதிவுக் கருவி ஒரு வரைபடச் சிகரமாகக் (peak) காட்டுகிறது. எனவே, வரைபடத்தில் இருவகை மூலக்கூறுகளும் தனித் தனியே இரு சிகரங்களாகத் தெரியும்.

இத்தகைய நிறப்பகுப்பின் பல படிகளையும், வெவ்வேறு நிலையில் வரைபடத்தின் அமைப்பையும் படம் 9·2 தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

செக்கண்டரி-பியூட்டில் ஆல்கஹால் (sec-butyl alcohol), டையாக்சேன் (dioxane) ஆகியவற்றின் கலவையை, வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கும்போது கிடைக்கும் வரைபடம் ஒன்றைப் படம் 9·3–ல் காணலாம். வரைபடத்திற்குக் கீழுள்ள பகுதி, கலவையின் அளவை மதிப்பிடப் பயன்படும் மற்றொரு வரைபடமாகும் (இதன் விளக்கம் பின்னர் தரப்பட்டுள்ளது).



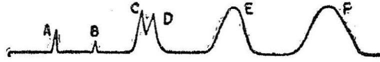
படம் 9·3. வளிம நிறப்பகுப்பு வரைபடம்

A. காற்று B. மாசுப்பொருள் C. செ-பியூட்டில் ஆல்கஹால்
D. டையாக்சேன்

9·2 வரைபடங்களும் அவை தரும் செய்திகளும்

வளிம நிறப்பகுப்பில், பதிவுக் கருவியில் கிடைக்கும் வரை படம் ஏராளமான செய்திகளைத் தருகிறது.

செலுத்துக் கலனுள் கலவையைச் செலுத்திய உடனே பதிவுக்கருவி செயல்படத் தொடங்குகிறது. கலவையைச் செலுத்தும்போது, அதனுடன் சிறிதளவு காற்றும் கலந்து விடுகிறது; காற்று நிலைப்படிவால் தடுக்கப்படுவதில்லை. எனவே, காற்று கடத்தும் வளிமத்துடன் கண்டறி கருவியை முதலில் அடைகிறது. இதன் காரணமாக, காற்றின் குவியமே முதலில் வரைபடத்தில் தோன்றுகிறது (படம் 9·4 காண்க). அடுத்து, கலவையில் உள்ள பிற மூலக்கூறுகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வரைபடத்தில் காட்சி அளிக்கின்றன.



படம் 9·4. வரைபடத்தில் தோன்றும் குவியங்கள்
A. காற்று B. பிறபொருள் C, D. நன்கு பகுபடாத குவியங்கள்
E, F. பகுக்கப்பட்ட குவியங்கள்

மிகச் சிறிய அளவுடையவைகளாகக் காணப்படும் குவியங்கள் பொதுவாக மாசுப்பொருள்களின் குவியங்களாக இருக்கும். இத்தகைய மாசுப்பொருள்கள் ஒரு கலவையில் உள்ளதை வளிமநிறப்பகுப்பு எளிதில் சுட்டிக்காட்டிவிடுகிறது. ஆனால், அவற்றின் தன்மையை அறிவதும், அவற்றைக் கலவையிலிருந்து நீக்குவதும் எளிதன்று.

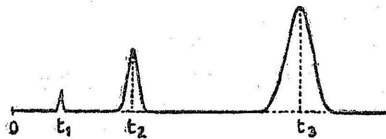
கலவையிலுள்ள சில மூலக்கூறுகள் தெளிவான குவியங்களாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்கலாம். சில மூலக்கூறுகள் சரியாகப் பகுக்கப்படாமல் போகலாம். அப்போது வரைபடக் குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து காட்சி தரும் குவியம், நிலைப்படிவில் அதிக நேரம் தங்கி இருந்திருக்க வேண்டும். இதனால் அத்தகைய குவியம் அதிகம் பரவலடைந்திருக்கும். பொதுவாக, வரைபடத்தில் உள்ள குவியங்கள், வரவரப் பரப்பில் விரிந்து கொண்டே போகும். நிறப்பகுப்பு வரைபடங்களில் (chromatograms) காணப்படும் இத்தகைய பண்புகளைப் படம் 9.4 சுட்டிக் காட்டுகிறது.

வரைபடங்கள், இவ்வாறு கலவை மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையையும், மாசுப் பொருள்களின் அளவையும் சுட்டிக்காட்டுவதுடன் நிற்பதில்லை. ஒவ்வொரு மூலக்கூறின் குறிப்பிடத்தக்க சில பண்புகளையும், அளவீடுகளையும் வரைபடம் காட்டுகிறது. இப் பண்புகளைப் புரிந்து கொள்வது, வளிம நிறப் பகுப்புப்பற்றி அறிவதற்கான அடித்தளமாகும். இவைபற்றி, படிப்படியாக இனி ஆராய்வோம்.

9·2·1 தங்கும் நேரங்கள்

மென்படல, தாள் நிறப்பகுப்புகளில் நகர்வேக விகிதங்கள் மூலக்கூறுகளை இனங்காண (identify) பயன்படுத்துவதைப் போல, வளிம நிறப்பகுப்பில் தங்கும் நேரங்களும் (retention-times), தங்கும் பருமன்களும் (retention volumes) பயன்படுகின்றன.

நிலைப்படிவு, ஒவ்வொரு மூலக்கூறினையும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் தடுத்து நிறுத்தி வைக்கிறது. இவ்வாறு குவியங்கள் நிலைப்படிவில் தடுத்து நிறுத்தப்படும் நேரத்தைத் தங்கும் நேரம் என்கிறோம். இதைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம் (படம் 9·5).



படம் 9·5. தங்கும் நேரம் கணக்கிடுதல்

செலுத்துக் கலனினுள் கலவை நுழையும்போது, பதிவுக் கருவியில் உள்ள வரைபடம் O--என்ற புள்ளியில் இருந்து நகரத் தொடங்குகிறது. நிலைப்படிவைக் கடந்து கண்டறி கருவியைக் குவியம் அடையும்போது, வரைபடம் Ot_2 செ.மீ. தூரம் நகர்ந்துள்ளது. Ot_2-யை வரைபடத்தாளின் நகர்வேகத்தால் (v_s) வகுக்கக் கிடைக்கும் அளவானது (Ot_2/v_s), செலுத்துக் கலனிற்கும் கண்டறி கலனிற்கும் இடையே குவியம் செலவிட்ட நேரத்தைக் குறிக்கும். இந்த நேரமானது, திருத்தப்படாத தங்கும் நேரம் (uncorrected retention time) எனப்படுகிறது.

செலுத்துக் கலனிற்கும் கண்டறி கருவிக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளியைக் கடக்க, (Ot_1/v_s) மணித்துளிகள், எடுத்துக்கொள்கிறது. ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் சாதாரணமாக இதே அளவு நேரத்தைப்பங்கீடு அடையாமல் நகர்ந்துவரச் செலவிட்டாக வேண்டும். எனவே, ஒவ்வொரு குவியமும் பங்கீடு அடைவதில் செலவிட்ட தங்கும் நேரம் (Ot_2- Ot_1/v_s) அல்லது (t_1t_2/v_s) மணித்துளிகள் எனலாம். இந்த நேரமே, திருத்தப்பட்ட தங்கும் நேரம் எனப்படுகிறது (adjusted retention time : t_R).

மூலக்கூறுகளின் பண்புகளைக் குறிக்க, திருத்தப்பட்ட தங்கும் நேரங்கள் பயன்படுத்தப்படலாம். ஆனால், நகர்வேக

விகிதங்களைப் போலவே, இவையும் கலத்தின் வெப்பநிலை, குழல் நீளம், நிலைப்படிவு, நகர்படிவு போன்ற பல பண்புகளை யொட்டி மாறக்கூடியன. எனவே, ஒவ்வொரு குவியத்தின் தங்கு நேரத்தையும் தனித்தனியே மதிப்பிடுவதைவிட, ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறினை (B) ஒப்புப்பொருளாக (standard) வைத்துக் கொண்டு, பிற மூலக்கூறுகளின் தங்கும்நேரத்தை அதனுடன் ஒப்பிட்டு அறியலாம். (படம் 8·5-ல் B-யை ஒப்புப்பொருளாகக் கொள்வோம்.) அதன் தங்கும் நேரம் (relative retention time-t_{RR}) பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது:

$$t_{RR} = t_{RB}/t_{RA} \qquad \ldots (9{\cdot}1)$$

ஒப்புத் தங்கும் நேரங்கள், குறிப்பிட்ட மூலக்கூறுகளை இனங்காணப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வெவ்வேறு ஒப்புத்தங்கும் நேரங்களையுடைய இரு குவியங்கள், வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளால் ஆனவை என உடனே முடிவுக்கு வரலாம். ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அல்லது நிலைப்படிவில் பல மூலக்கூறுகள் ஒரே ஒப்புத்தங்கும் நேரத்தைப் பெற்றிருக்கலாம். இரண்டுக்கு மேற்பட்ட வளிம நிறப்பகுப்புக் குழல்களில் ஒரு குவியம் பகுக்கப்படாமல் இருந்தால், அக் குவியம் பெரும்பாலும் தனி மூலக்கூறின் குவியமாகவே இருக்க வேண்டும்.

ஒப்புத் தங்கும் நேரத்தைக் கணக்கிடப் பயன்படுத்தப் படும் ஒப்புப்பொருள்களின் பண்புகள், கலவை மூலக்கூறுகளின் பண்புகளை ஒத்தனவாக அமைந்திருக்கவேண்டும். ஒப்புப் பொருளின் குவியம் தெளிவாக இருக்கவேண்டும். கலவையைப் பகுக்குமுன், ஒப்புப்பொருள்களைமட்டும் செலுத்தி, அதன் தங்கும் நேரத்தைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். பின்னர், கலவை யுடன் ஒப்புப் பொருளையும் செலுத்தி, ஒப்புத் தங்கும் நேரங்களைக் கணக்கிடலாம்.

9·2·2 தங்கும் பருமன்கள்

தங்கும் நேரங்களைப்போலவே, தங்கும் பருமன்களும் குவியங்களைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தங்கும் பருமனை, பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம்.

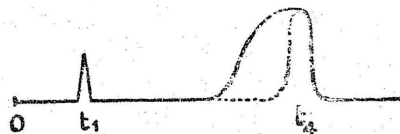
$$V_R = v_c \times \frac{t_1\, t_2}{V_s} \qquad \ldots (9{\cdot}2)$$

இங்கு, V_R என்பது திருத்தப்பட்ட தங்கும் பருமனையும், v_c என்பது கடத்தும் வளிம வேகத்தையும் (Velocity of the carrier gas : ml/min) குறிக்கும். குழலில் உள்ள அழுத்த வேறுபாட்டைச் (pressure drop) சரிகட்டவும், வெப்பநிலை வேறுபாட்டைச் சரிகட்டவும், திருத்தப்பட்ட தடைப் பருமனை மேலும் திருத்திக் கொள்ளலாம்.

பல ஆய்வுச் சூழல்களால் தங்கும் பருமன் பாதிக்கப்படுவதால், ஒப்புத் தங்கும் பருமன்களே (relative retention volumes) இன்று பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

$$V_{RR} = V_{RB} / V_{RA} \qquad \dots (9{\cdot}3)$$

தங்கும் நேரங்களையும், தங்கும் பருமன்களையும் கண்டறிவதற்கு, குவிய உச்சியிலிருந்து ஒரு செங்குத்துக் கோடு வரையப்படுகிறது. குவியங்கள் சமச்சீராகப் பகுக்கப்படும்போது, இத்தகைய கோடுகளை வரைவது எளிதாகும். குவியங்களின் முன் பகுதியோ அல்லது பின் பகுதியோ சற்று வேகமாக நகர்ந்தால், குவிய வால் நீட்சி உருவாகும் (படம் 9·6).



படம் 9·6. குவிய முன்வால் நீட்சி

இத்தகைய சூழலில், பொதுவாகக் கலவையின் அளவைக் குறைத்தோ அல்லது வெப்பநிலையை மாற்றியோ, தெளிவான குவியங்களைப் பெற முனையவேண்டும். சில வேளைகளில், கலவையின் எல்லா மூலக்கூறுகளும் முன் வால் நீட்சியைப் பெற்றிருப்பின், குவியத்தின் பின்பகுதியை (t_4), தங்கும் பருமனையும், தங்கும் நேரத்தையும் கணக்கிடப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

$$V_R = v_c \times (t_1 t_4 / v_s) \qquad \dots (9{\cdot}4)$$

இவ்வாறு கிடைக்கும் V_R மதிப்புகளில் இருந்து, ஒப்புத் தங்கும் பருமனைக் கணக்கிடலாம். இதேபோல், பின் வால் நீட்சி ஏற்படும் போது, குவியத்தின் முன்பகுதியைக் கொண்டு, ஒப்புத் தங்கும் பருமன்கள கணக்கிடப்படுகின்றன.

9·2·3 குவியப் பரப்புகள்

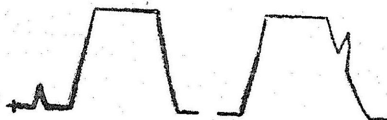
ஒரு வரைபடத்தில் குவியம் தோன்றும் இடம் (position), அந்தக் குவியத்திலுள்ள பண்பைப் பொறுத்துள்ளது. மூலக் கூறுகளின் அளவிற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். எனவே, மூலக் கூறுகளின் அளவைக் கண்டறிய, வரைபடத்தில் உள்ள குவியங் களின் பரப்பளவைக் கணக்கிடுவது இன்றியமையாததாகும். இதற்கேற்ற முறைகளை இனிக் காண்போம்.

(அ) **வெட்டி எடை காணல்:** ஒரு வரைபடத்திலுள்ள குவியங்கள் தனித் தனியே வெட்டி எடுக்கப்பட்டு எடை போடப் படுகின்றன. குவியங்களின் மொத்த எடைக்கும், குவியங் களின் தனித்தனி எடைகளுக்கும் இடையேயுள்ள விகிதங்கள் குவியப் பரப்புகளின் விகிதங்களாகக் கொள்ளப்படுகின்றன.

(ஆ) **முக்கோண முறை:** இம் முறையில், குவியங்கள் பொதுவாக முக்கோண வடிவில் அமைந்துள்ளன என்னும் உண்மை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$\text{குவியப்பரப்பு} = \frac{(\text{குவிய அடித்தள அகலம்} \times \text{குவிய உயரம்})}{2}$$

குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்துவிடும் சூழலில், இம் முறையே வரைபடப் பரப்பைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது. கலவையிலுள்ள மிகச்சிறிதளவுள்ள பொருள்களைக் (trace substances) கண்டறியும், இம் முறை சிறந்ததாகும். குறிப்பாக, பிற குவியங்களுக்கு முன்னால் நுண்பொருள் குவியம் வந்தால் அதன் பரப்பைத் துல்லியமாக அளக்க முடிகிறது. ஆனால், ஒரு பெருங் குவியத்திற்குப் பின்வரும் சிறு குவியத்தின் பரப்பைக் கண்டறிவது எளிதன்று (படம் 9·7 காண்க).

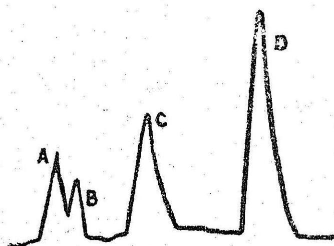


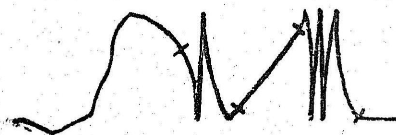
படம் 9·7. குவியத்திற்கு முன்னும் பின்னும் வரும் நுண்பொருள்

(இ) **பரப்புமானி முறை:** ஒரு வரைபடத்தின் சுற்றுக் கோட்டின் மீது (circumference) தொடர்ந்து சென்று, அவ்வரை படத்தின் பரப்பளவைக் கணக்கிட, பரப்புமானி (planimeter) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(ஈ) தொகுப்பான்: கண்டறி கருவிகளில் உருவாகும் மின் சக்தி மாற்றங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, குவியங்களின் பரப்புக் கண்டறியும் கருவி தொகுப்பான் (integrator) எனப்படுகிறது. குவியங்களின் வரைபடத்தைப் பதிவுக் கருவி வரையும் போது, அதே வரைபடத் தாளில் தொகுப்பான் மற்றொரு வரைபடத்தை உருவாக்குகிறது. இவ்வாறு தொகுப்பான் வரையும் கோடு, நூறு எண்ணிக்கைக்கு ஒரு முறை திரும்புகிறது. இந்த எண்ணிக்கைகள் குவியங்களின் பரப்புடன் தொடர்புடையவை. எனவே, ஒவ்வொரு குவியத்திற்கு நேரிலும் தொகுப்பான் காட்டும் வரைகோடுகளிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணிக்கைகளைக் கொண்டு குவியங்களின் பரப்பைக் கணக்கிடலாம்.

இத்தகைய முறையை விளக்கும் வரைபடம் படம் 9 8-ல் தரப்பட்டுள்ளது. ஒரு முழுக்கோட்டிற்கு 100 என்ற விகிதத்தில் கோடுகளை எண்ணினால், செக்கண்டரி-பியூட்டில் ஆல்கஹாலுக்கு ஏறக்குறைய 520-ம், டையாக்சேனுக்கு 250-ம் கிடைக்கிறது. எனவே, இவ்விரு குவயங்களின் பரப்பளவுகளின் விகிதம் 25 : 52 எனப் பெறப்படுகிறது.





படம் 9·8.
தொகுப்பான் முறையில் கலவையில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் விகிதங்களைக் காணல்

A. காற்று B. மாசுப் பொருள்
C. செ-பியூட்டில் ஆல்கஹால்
D. டையாக்சேன்

(உ) மின்னணுத் தொகுப்பான்கள்: மின்சார அளவைத் தொகுப்பதன் மூலம், ஒவ்வொரு குவியத்தின் பரப்பையும் தனித்தனி எண்களாக மின்னணுத் தொகுப்பான்கள் (eloctronic integrators) காட்டுகின்றன. இந்த எண்களை ஒவ்வொரு குவியத்திற்கு எதிரிலும், தானியங்கிப் பொறி (automatic device) அச்சிட்டுத் தந்துவிடுகின்றது.

9·2·4 கலவைகளின் அளவைக் கணக்கிடல்

பொதுவாக, குவியங்களின் பரப்பு விகிதம், அவற்றின் எடை விகிதத்திற்குக் கிட்டத்தட்டச் சமமாக இருக்கும்.

குவியங்களின் பரப்பளவிலிருந்து, மூலக்கூறுகளின் எடையைக் கண்டறிய வரைபட முறையைப் பயன்படுத்தலாம். அம் முறை கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறினை, வெவ்வேறு அளவுகளில் நிறப்பகுப்புக் குழலில் செலுத்தி, ஒவ்வோர் அளவு மூலக்கூறினை, எடைக்கும் கிடைக்கும் குவியப்பரப்பைக் கணக்கிட வேண்டும். மூலக்கூறின் எடைக்கும், வரைபடப் பரப்பிற்கும் இடையிலான தொடர்பு, ஒரு வரைபடமாக வரையப்படுகிறது. அடுத்து, எடை தெரியாத மூலக்கூறு ஒன்றின் குவியப் பரப்பை அளந்தறிந்தால், வரை படத்திலிருந்து அம் மூலக்கூறின் எடையைக் கண்டறியலாம். ஒரு கலவையிலுள்ள ஒவ்வொரு மூலக்கூறுக்கும் இத்தகைய வரைபடங்கள் உருவாக்கப்படவேண்டும்.

9.3 நிறப்பகுப்புக் குழல்களும் நிலைப்படிவுகளும்

வளிமநிறப்பகுப்பில், குழல்களை அமைப்பதும், அவற்றைச் சரிப்படுத்துவதும் (conditioning) மிக முக்கிய பணியாகும்.

9.3.1 நிறப்பகுப்பு வகைகள்

வளிமத்தைப் பயன்படுத்தும் நிறப்பகுப்பில் மூன்று முக்கிய வகைகள் உண்டு :

(அ) வளிம திண்மம நிறப்பகுப்பு (Gas-solid chromatography) : இவ்வகையில், நிலைப்படிவு ஒரு திண்மமாக இருக்கும். கலவையானது, பரப்புக் கவர்ச்சியால் பகுக்கப்படுகிறது.

(ஆ) வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பு (Gas-liquid chromatography) இங்கு நிலைப்படிவு நீர்மமாக இருக்கும்; கலவையானது பங்கீட்டால் பகுக்கப்படுகிறது.

நிலைப்படிவாகச் செயல்படும் நீர்மமானது ஒரு திண்மத் தாங்கியுடன் (solid support) இணைத்து வைக்கப்படுகிறது.

இவ்வகை நிறப்பகுப்பு முறை மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

(இ) தந்துகிக் குழல் நிறப்பகுப்பு (Capillary column chromatography): தந்துக் குழல்களின் உட்சுவர்களில் மெல்லிய படலமாகப் படிய வைக்கப்பட்ட நீர்மப் படலம், இவ்வகை நிறப்பகுப்பில் நிலைப்படிவாகச் செயல்படுகிறது.

9·3·2 குழல்களின் அமைப்பு

வளிம நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் குழல்கள் நீளமானவை. இவை வட்டச் சுருள்களாக வளைக்கப்பட்டு பகுப்புக் கலனில் வைக்கப்படுகின்றன. துருபிடிக்காத இரும்பு (stainless steel), அலுமினியம், பிளாஸ்டிக், செம்பு, கண்ணாடி ஆகியவற்றால் ஆகிய குழல்கள் இங்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பொதுவாக, குழல்களின் உள்விட்டம் (internal diameter) 1·25 செ.மீ. அளவுக்குக் குறைவாக இருக்கும். தயாரிப்பு முறைகளில், 10 செ.மீ. அளவுவரை இருக்கக் கூடும். குழலின் நீளம் 1 மீட்டர் முதல் 10 மீட்டர் வரை இருக்கும்.

தந்துகி குழல் நிறப்பகுப்பில், குழலில் வளிமப் போக்கைத் தடுக்கும் திண்மம் ஏதும் இல்லாததால், காற்று அழுத்த வீழ்ச்சி மிகுதியாக இருக்காது. எனவே, இம் முறையில் 15 மீட்டர் முதல் 150 மீட்டர் வரையுள்ள குழல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

9·3·3 நீர்மப் படிவிற்கான தாங்கி

தீச்செங்கல் (fire-brick) பொடி, சீலைட் (celite) போன்றன வளிம-நீர்ம நிறப்பகுப்பில் தாங்கிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை துளைத்தன்மை (porous) பெற்றிருப்பதால், 5—20% அளவுவரை நிலைப்படிவைத் தாங்கிக்கொண்டு, ஈரப்பசையோ கசிவோ இன்றி இருக்கும். இவ்வகைத் தாங்கிகளில் இரும்பு போன்ற மாசுப்பொருள்கள் இருப்பின், அவற்றை அடர் HClஐக் கொண்டு கழுவி நீக்கிவிடலாம்.

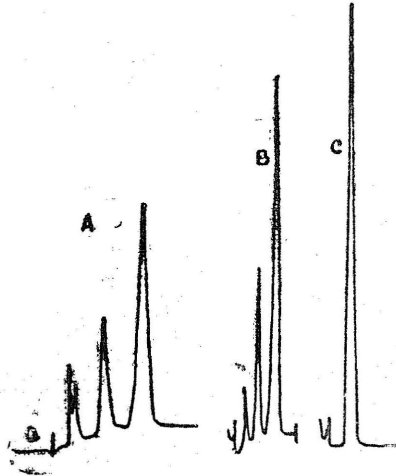
டெஃப்லான் (teflon), பிளாஸ்டிக், கண்ணாடி போன்ற தாங்கிகளும் இம் முறையில் சில சமயங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

9·3·4 நிலைப்படிவு நீர்மம்

நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தப்படும் நீர்மமானது, நிறப்பகுப்பு நடைபெறும் வெப்பநிலையில் ஆவியாகாமல் இருக்க வேண்டும்.

ஒரு கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள், நிலைப்படிவு நீர்மத்தில் பல அளவுகளில் கரையக் கூடும். இக் கரைதிற வேறுபாடே, அம் மூலக்கூறுகள் பகுக்கப்படக் காரணமாக அமைகிறது.

இரு மூலக்கூறுகளின் கொதிநிலை ஒன்றாக இருப்பினும் அவற்றின் மின் துருவத்தன்மை வேறுபட்டிருந்தால், அம் மூலக் கூறுகளை மின் துருவத் தன்மை மிகுந்த நிலைப்படிவைக் கொண்டு பகுக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக, படம் 9·3-ல் காட்டப் பட்டுள்ள நிறப்பகுப்பில், ஒரே கொதிநிலையுடைய (100°C) செக்கண்டரி-பியூட்டில் ஆல்கஹாலும், டையாக்சேனும் பாலி எத்திலீன் கிளைக்கால் (polyethylene glycol) என்ற மின் துருவத் தன்மை மிகுந்த நிலைப்படிவால் பகுக்கப்பட்டுள்ளதைக் காணலாம். இதே கலவையானது நானில் தேலேட் (nonyl phthalate), கார்போவாக்ஸ் (carbowax) ஆகிய மின் துருவத் தன்மை உடைய நிலைப்படிவுகளில் பகுக்கப்பட்டிருப்பதைப் படம் 9·9 காட்டுகிறது. ஆனால், வெர்சமைடு (versamid) என்னும் மின் துருவத்தன்மை குறைந்த நிலைப்படிவு இக் கலவையைப் பகுக்கவில்லை (படம் 9·9·C காண்க).



படம் 9 9. நிலைப்படிவின் தன்மையும் கலவையின் பகுப்பும்

A. பாலிஎத்திலீன் கிளைக்கால் நிலைப்படிவு
B. நானில் தேலேட் நிலைப்படிவு
C. வெர்சமைடு நிலைப்படிவு

கலவைகளின் மின் துருவத்தன்மை வேறுபாட்டை மட்டு மன்றி, அவற்றின் கொதிநிலை வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டும் கலவைகளைப் பகுக்கலாம். இத்தகைய நிலையில், கலவைகளை வினைக்குழுக்களின் அடிப்படையில் வேறுபடுத்தாத ஹைட்ரோகார்பன் போன்ற பொருள்கள் நீர்ம நிலைப்படிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பல வகைக் கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுத்தப்படும் நிலைப்படிவுகளை பட்டியல் 9·1-ல் காணலாம். ஒவ்வொரு நீர்ம நிலைப்படிவிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட உச்ச வெப்பநிலை வரைதான் கலவைகளைப் பகுக்க முடியும். இதற்கு மேற்பட்ட வெப்ப நிலையில், நிலைப்படிவே ஆவியாகிவிடும். இத்தகு உச்ச வெப்ப நிலைகளும் பட்டியல் 9·1-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 9·1 வளிம நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் சில நீர்ம நிலைப்படிவுகள்

எண்	கலவை வகைகள்	நிலைப்படிவு	உச்ச வெப்பநிலை °C
1.	அலிஃபாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள்	பாரஃபின் எண்ணெய்	300
2.	அரோமாடிக் ஹைட்ரோ கார்பன்கள், ஆல்கஹால்கள்	டைமெத்தில் தேலேட்	175
3.	ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள்	பாரஃபின் எண்ணெய்	300
4.	அமிலங்கள்	சிலிக்கோன் எண்ணெய்	200—250
5.	ஈதர்கள், எஸ்டர்கள்	டைநானில் தேலேட்	175
6.	அமின்கள்	பாலி ஈத்திலீன் கிளைக்கால்	175
7.	ஆல்கில் ஹேலைடுகள்	டைநானில் தேலேட்	175

9·3·5 திண்ம நிலைப்படிவுகள்

நிலை வளிமங்களைப் (permanent gases) பகுக்க, வளிம-திண்ம முறையே சிறந்தது. இம் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் சில திண்ம நிலைப்படிவுகளும், அவற்றின் பயன்களும் பட்டியல் 9·2-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 9·2 வளிம திண்ம நிறப்பகுப்பிற்கான நிலைப்படிவுகள்

எண்	கவர்பொருள்	பகுக்கப்படும் கலவைகள்
1.	கரிப்பொடி	மீத்தேன் போன்ற நிலைவளிமங்கள்
2.	அலுமினா	C_2H_4, C_2H_6, C_3H_8, CO, CO_2
3.	சிலிக்காஜெல்	NO, N_2O, ஹைட்ரோ கார்பன்கள்
4.	மூலக்கூறு சல்லடைகள்	O_2, N_2, CH_4 போன்ற வளிமங்கள்

9·3·6 நிலைப்படிவை உருவாக்குதல்

நிலைப்படிவையும், தாங்கியையும் தக்க விகிதத்தில் தேர்ந்தெடுத்தல், அவற்றைக் கலக்கும் முறை, குழல்களை உருவாக்கும் முறை ஆகியன கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன :

(அ) நிலைப்படிவு-தாங்கி விகிதம் : பொதுவாக, 5—20% நிலைப்படிவே தாங்கியுடன் கலக்கப்படுகிறது. ஆனால், தயாரிப்பு முறைகளில், 20—30% நிலைப்படிவு தாங்கியுடன் கலக்கப்படுகிறது.

(ஆ) தாங்கியுடன் நிலைப்படிவைக் கலத்தல் : குழலைத் தயாரிப்பதில், தாங்கியுடன் நிலைப்படிவைக் கலந்து காயவைத்தல் ஒரு முக்கியப் பணியாகும். முதலில், நிலைப்படிவு நீர்மத்தை எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய கரைப்பானில் கரைத்துக் கொள்ள வேண்டும். தேவையான அளவு தாங்கியை இக் கரைசலுடன் சேர்த்து, அடுத்து, ஆவியாகக் கூடிய கரைப்பானை ஆவியாக்கிவிட வேண்டும். கலவையை ஒரு தட்டில் ஊற்றி, கரைப்பானை ஆவியாக்கிவிடலாம்.

வளிம-திண்ம நிறப்பகுப்பில், தாங்கி ஏதும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. எனவே, நேரடியாகவே கவர்பொருளைக் குழலில் நிரப்பலாம்.

(இ) குழல்களை நிரப்பும் முறை : நிறப்பகுப்பு நன்கு செயல்பட, குழல் சீராக நிரப்பப்படவேண்டும். இடைவெளியின்றி குழலை நன்கு நிரப்பிய பின் அதைச் சுருள்வடிவில் சுருட்டி, நிறப்பகுப்புக் கருவியில் வைக்க வேண்டும். வளிம-நீர்ம, வளிம-திண்ம முறைகளுக்கு இது பொருந்தும்.

தந்துகி நிறப்பகுப்பில், எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய கரைப்பானில், தகுந்த அளவு நிலைப்படிவைக் கரைத்து, குழலில் 10% நீளம்வரை நிரப்பி, பிறகு கருவியில் வைத்துக் கடத்தும் வளிமத்தைச் செலுத்த வேண்டும். கடத்தும் வளிமம் கரைசலை மெதுவாக நகர்த்துகிறது. கரைசல் மெதுவாக நகரும்போதே கரைப்பான் ஆவியாகி வெளியேறிவிடும்; நிலைப்படிவு மட்டும் குழலில் கவரப்பட்டுச் சுவரில் தங்கிவிடும்.

பலவகையான குழல் சுருள்கள், பல்வேறு வகை நிலைப் படிவுகளுடன் விற்பனைக்கு வருகின்றன. அவற்றை வாங்கிப் பயன்படுத்துவது எளிதாகும்.

(ஈ) **சரிப்படுத்துதல்:** கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுத்து முன், குழலின் நுனிகளைப் பஞ்சால் அடைத்து, நிறப்பகுப்புக் கருவியில் வைத்து, நிறப்பகுப்பு செய்யவிருக்கும் வெப்ப நிலைக்குச் சற்று அதிக வெப்ப நிலையில் வெப்பமூட்டி, கடத்தும் வளிமத்தைச் சில மணிநேரம் செலுத்தவேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது, நிலைப்படிவில் உள்ள கரைப்பான் போன்ற தேவையற்ற பொருள்கள், குழலின் மறுநுனியை வந்தடைகின்றன. இத்தகை பொருள்கள் கண்டறி கருவியைப் பாதித்து விடும். எனவே, இம் முயற்சியின்போது சுமை வளிமத்தைக் கண்டறி கருவியில் செல்ல அனுமதிப்பதில்லை. குழலின் இறுதி நுனியை அடிக்கடி மாற்றிவிடவேண்டும். இவ்வாறு நிரப்பப் பட்ட குழலை, நிறப்பகுப்பிற்குத் தயாரிக்கும் முறையே சரிப் படுத்துதல் (conditioning) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

புதிய குழல்களை மட்டுமன்றி, முன்பே பயன்படுத்தப்பட்ட குழல்களை வேறு வெப்பநிலைகளில் செயல்படவைக்க முனையும் போதும், குழலை அந்த வெப்பநிலைக்கேற்றபடி தயாரிக்க வேண்டும். இம் முயற்சியை மீண்டும் சரிப்படுத்துதல் (re conditioning) எனலாம். மேலும், குறைந்த வெப்பநிலையில் பயன் படுத்தப்பட்ட குழலை அதிக வெப்பநிலையில் பயன்படுத்த முனையும்போது, குழல் கண்டிப்பாக மீண்டும் சரிப்படுத்தப்பட வேண்டும். இல்லையெனில், முந்திய பகுப்புகளில் குழலில் தங்கிவிட்டிருக்கக்கூடிய சில மூலக்கூறுகள், புதிய உயர்ந்த வெப்பநிலையில் கலவையுடன் கலந்துப் வந்து நிறப்பகுப்பைப் பாதிக்கக்கூடும்.

9·4 கருவியமைப்புகளும், கட்டுப்பாடும்

நிறப்புகுப்பு முறைகளிலேயே, மிகச் சிக்கலான கருவியமைப்புகளைக் கொண்டது, வளிம நிறப்பகுப்பு முறையே

எனலாம். இக் கருவியமைப்புகளின் அடிப்படை உண்மைகளை ஓரளவு புரிந்துகொள்வது இன்றியமையாததாகும்.

9·4·1 கடத்தும் வளிமம்

வளிம நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் கடத்தும் வளிமத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பது, அதில் பயன்படுத்தப்படும் கண்டறி கருவியைப் பொறுத்ததாகும். வெப்பக் கடத்துத் திறனை அடிப்படையாகக் கொண்ட நிறப்பகுப்பு முறைகளில், ஹைட்ரஜனும் ஹீலியமும் கடத்தும் வளிமமாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

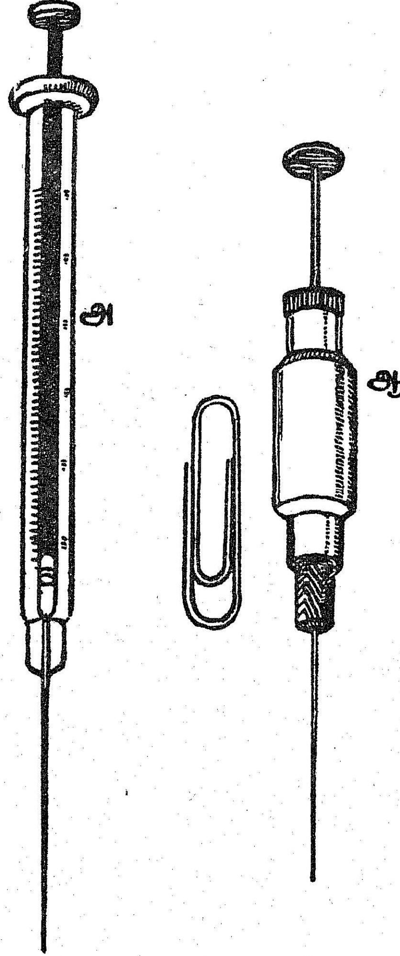
கடத்தும் வளிமம், கண்டறி கருவிக்கு ஏற்றதாக இருப்பதுடன், எளிதில் தூய வடிவில் கிடைக்கக்கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும். மேலும், அவை கலவை மூலக்கூறுகளுடன் வேதி வினையில் ஈடுபடக்கூடாது. இப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ள நைட்ரஜன், ஹீலியம், ஆர்கான், ஹைட்ரஜன் ஆகியன கடத்தும் வளிமங்களாகப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கடத்தும் வளிமங்கள் உயர் அழுத்தத்தில் எஃகு உருளைகளில் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் உள்ள அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி (pressure regulator), கடத்தும் வளிமத்தை ஒரே சீரான அழுத்த நிலையில் செலுத்தப் போதுமானதாகும். எனினும், பல வளிம நிறப்பகுப்புக் கருவிகளில் ஊசி திறப்பான்கள் (needle valves) பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவைகளும் கடத்தும் வளிமத்தின் அழுத்தத்தைக் கட்டுப்படுத்த உதவுகின்றன.

கடத்தும் வளிமத்தின் வேகம் பெரும்பாலும் சோப்புக் குமிழி நகர்வேகமானி (soap bubble flowmeter) என்னும் கருவியால் அளக்கப்படுகிறது. கடத்தும் வளிமத்தின் வேகம் 0·6 செ.மீ. குறுக்கு விட்டம் உள்ள குழல்களில் 50—70 மி.லி./நிமிடம் இருக்கலாம். 0 3 செ.மீ. குறுக்கு விட்டம் உள்ள குழல்களில் 50—30 மி.லி./நிமிடம் இருப்பது சிறப்பு. மேலும், ஒவ்வொரு கலவைக்கும் உரிய கடத்தும் வளிம வேகத்தைத் தேர்ந்து கொள்வது நன்று. கடத்தும் வளிமத்தின் வேகம் மிக அதிகமானால், கலவையின் பகுப்பு நன்கு அமையாது; பண்பு வேறுபாடு குறைந்த குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து விடக்கூடும். கடத்தும் வளிமத்தின் வேகம் மிகவும் குறைவாக இருந்தால் கலவைக் குவியங்கள் அதிகம் பரவலடைந்து விடலாம்.

9·4·2 கலவையைச் செலுத்தும் முறை

நீர்ம, வளிமக் கலவைகளைச் செலுத்துவதற்கும், திண்மங்களை நேரடியாகச் செலுத்துவதற்கும் தனித்தனிச்



படம் 9·10 வளிம நிறப்பகுப்பிற்கான செலுத்தூசிகள்

(அ) நீர்ம, வளிமக் கலவைகளுக்கான செலுத்தூசி

(ஆ) திண்மக் கலவைக்கான செலுத்தூசி

செலுத்தூசி வகைகள் உள்ளன (படம் 9·10 காண்க.) திண்மங்களை நேரில் செலுத்தப் பயன்படும் ஊசி (படம் 9·10ஆ),

உலோகக் கலத்தையும், உலோக ஊசியையும் கொண்டிருக்கும் திண்மத்தை விரைந்து செலுத்த இத்தகைய அமைப்பு தேவையாகிறது.

கண்டறி கருவியின் உணர்திறனைப் (sensitivity) பொறுத்து, செலுத்தப்படும் கலவையின் அளவு மாறுபடும். சுடர் அயனியாக்கம் (flame ionization) கண்டறி கருவிகளில் 10^{-7} முதல் 10^{-6} கிராம் வரை உள்ள கலவையைச் செலுத்துவது போதுமானதாகும். வெப்பக் கடத்துத்திறன் (thermal conductivity) கண்டறி கருவியில் 10^{-5} கிராம் உள்ள கலவையைச் செலுத்தலாம். இத்தகைய மிகச் சிறிதளவுள்ள கலவைகளைச் சரியாக இடுவது கடினம். எனவே, $1\mu l$ முதல் $10\mu l$ வரையுள்ள 1% கலவைக் கரைசல்கள் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கலவையை ஊசியிலிருந்து ஒரு நொடி (second)யில் செலுத்துக் கலனில் செலுத்துதல் வேண்டும்.

9·4·3 செலுத்துக் கலன்கள்

நிறப்பகுப்புக் குழலின் வெப்பநிலையைவிட, செலுத்துக் கலனின் வெப்பநிலை 10 — 15°C அதிகமாக இருப்பது நல்லது. அப்போதுதான் கலவையானது முழுதும் ஆவியாகி, நிறப்பகுப்புக் குழலினுள் செல்லும்.

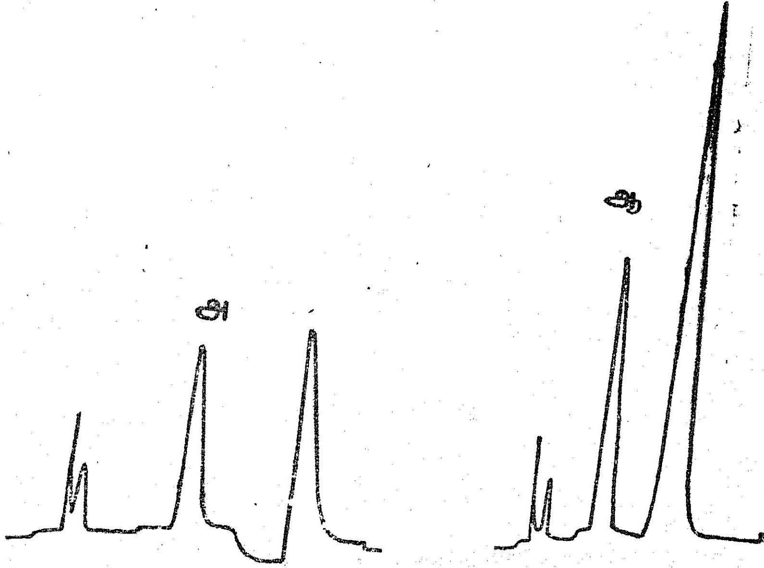
அதிக வெப்பநிலையில் வேதிச் சிதைவு இன்றிச் செயல்படும் சிலிக்கோன் இரப்பர் (silicon rubber) அடைப்பான்களை, செலுத்துக் கலனில் பயன்படுத்துதல் சிறப்புடையதாகும்.

9·4·4 வெப்பநிலைத் தேர்வும் கட்டுப்பாடும்

வெப்பநிலையை மாற்றுவதன் மூலம், வளிம நிறப்பகுப்பில் பெரும் மாற்றங்களை உருவாக்கலாம். 60°C, 80°C வெப்பநிலைகளில் ஒரே கலவை எவ்வாறு பகுக்கப்படுகிறது என்பதைப் படம் 9·11 சித்திரிக்கிறது. வெப்பநிலை உயரும்போது, கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் வேகமாக நகர்வதால், நிறப்பகுப்பு நிகழத் தேவையான நேரம் குறைகிறது. மேலும், உயர்ந்த வெப்பநிலையில் குவியங்கள் வேகமாக நகர்வதால் அவை ஒன்றுடன் ஒன்று கலப்பதில்லை. இதனால், குவியங்கள் தனித்தனியாகவும் அவற்றின் வரைபடங்கள் கூர்மையாகவும் அமைகின்றன.

9·4·5 கண்டறி கருவிகள்

இரு வகைக் கண்டறி கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மித உணர்திறன் கருவிகள் (detectors of moderate sensitivity),



படம் 9·11. வெப்பநிலை வேறுபாடும், கலவைப் பகுப்பும்

(அ) 60°C வெப்பநிலையில் கலவைப் பகுப்பு

(ஆ) 80°C வெப்பநிலையில் அதே கலவைப் பகுப்பு

மூலக்கூறுகளின் அடர்த்தி, வளிம நகர்ச்சி (gas flow), இரு துருவ மாறிலி (dielectric constant), வெப்பக் கடத்துத்திறன் போன்ற பண்புகளைக்கொண்டு மூலக்கூறுகளைக் கண்டறிகின்றன. இவ் வகைக் கருவிகளில், வெப்பக் கடத்துத் திறன் கண்டறி கருவியே (thermal conductivity detector) பெரிதும் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

மிகை உணர்திறக் கண்டறி கருவிகள் (high sensitivity detectors), மூலக்கூறுகளின் எலக்ட்ரான் வீச்சு (electron discharge), α, β-கதிர் விலக்கம் (α, β-ray deflection), α, β-கதிர் உட்கவர்ச்சி (α, β-ray absorption), சுடர் அயனியாக்கம் (flame onization) ஆகிய பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

9·4·6 குவியங்களை இனங்காணல்

வளிம நிறப்பகுப்பில் பிரிகையடையும் மூலக்கூறுகளை இனங்காண, அவற்றின் இயற் பண்புகள் பெரிதும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இப் பண்புகளை அளக்கும் புற ஊதா ஒளி (ultra-violet light), கண்டறி ஒளி (visible light), அகச்சிவப்பு ஒளி (infra-red light) நிறமாலைக் காட்டிகள் (spectrophotometers), எடை நிறமாலைக் காட்டிகள் (mass spectrometers) ஆகியன இதற்காக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய கருவிகளில் ஒவ்வொரு பகுப்படைந்த குவியத்தையும் எளிதில் இனங் காணலாம். ஆனால், இம் முறைக்குத் தேவையான குவியங்களை முதலில் சேகரிக்க வேண்டும்.

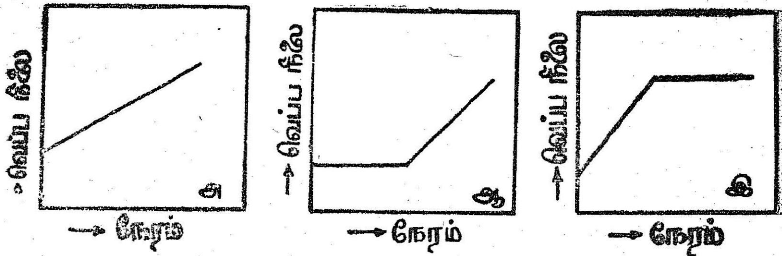
வரைபடத்தில் ஒரு குவியம் தோன்றும்போது, சுமை வளிமம் வெளியேறும் வழியில் ஒரு மெல்லிற தந்துகிக் குழல் செருகப்படுகிறது. இக் குழல் U-வடிவில் அமைந்திருக்கும். குழலின் கீழ்ப்பகுதியானது, பனிக்கட்டி, நீர், உப்புகலந்த பனிக்கட்டி, நைட்ரஜன் நீர்மம் முதலியவற்றில் வைக்கப்பட்டுக் குளிரவைக்கப்படுகிறது. குவியங்கள், இக் குழல்களின் வளைவுப் பகுதிகளில் செல்லும்போது குளிர்ச்சியடைந்து தங்கி விடுகின்றன. இவ்வாறு சேகரிக்கப்படும் மூலக்கூறுகள் மேலே குறிப்பிடப்பட்ட கருவிகளில் ஆராயப்படுகின்றன.

எடை நிறமாலைக் கருவி இணைந்த நிறப்பகுப்புக் கருவிகள் சமீபத்தில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. குவியங்கள் வரைபடத்தில் தோன்றும்போதே, அவை எடை நிறமாலைக் கருவியையும் அடைவதால், ஒவ்வொரு குவியத்திற்குமுரிய எடை நிறமாலையும் (mass spectrum) உடனே கிடைத்துவிடுகிறது. இவ்வாறாக, கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் பகுக்கப்படும்போதே அவற்றை இனங்காணவும் முடிகிறது.

9·3·7 வெப்பநிலை மாற்றமுறை

கலவையில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் ஆவியாகு வெப்ப நிலைகளுக்கிடையிலான வேறுபாடு 50°C-க்கு மேல் இருந்தால், அத்தகைய கலவைகளை ஒரே வெப்பநிலையில் பகுப்பது எளிதன்று. வெவ்வேறு முறைகளில் வெப்பநிலையை மாற்றி யமைப்பதன்மூலம், இத்தகு கலவைகளை நன்கு பகுத்தெடுக் கலாம். இதையே, வெப்பநிலை மாற்றப்படும் வளிம நிறப்பகுப்பு (temperature-programmed gas chromatography) குறிப்பிடு கிறார்கள்.

வெப்பநிலையைப் பலவகைகளில் மாற்றி அமைக்கலாம். இதைப் படம் 9·12 சித்திரிக்கிறது. படம் 9·12(அ) வெப்பநிலையை ஒரே விகிதத்தில் மாற்றி அமைத்தலை விளக்குகிறது. படம் 9·12(ஆ) வெப்பநிலையை முதலில் மாற்றாமல், பிறகு ஒரே வேகத்தில் மாற்றும் விதத்தைச் சுட்டிக்காட்டுகிறது. முதலில் வெப்பநிலையை ஒரே விகிதத்தில் மாற்றி, பின்னர் நிலையாக நிறுத்தும் சூழ்நிலையைப் படம் 9·12(இ) சித்திரிக்கிறது.



படம் 9·12. வெப்பநிலையை மாற்றும் முறைகள்

9·3·8 தயாரிப்பு வளிம நிறப்பகுப்பு முறைகள்

சாதாரண வளிம நிறப்பகுப்புகளில் மிகச் சிறிதளவு கலவையே பகுக்கப்படுகிறது. ஆய்வுகளுக்குத் தேவைப்படும் அளவு மூலக்கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்க, தயாரிப்பு வளிம நிறப்பகுப்பு (preparative GLC) பயன்படுத்தப்படுகிறது. 1·25—2·50 செ.மீ. குறுக்குவிட்டம் உள்ள குழல்கள் இம் முறையில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் 10 செ.மீ. குறுக்குவிட்டமுள்ள குழல்கள் கூடப் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு.

கடத்தும் வளிமத்தின் வேகம் நிமிடத்திற்கு 90 மி.லி. வரை இருக்கலாம். 1 மி.லி. வரை கலவையைக் குழல்களில் செலுத்தக்கூடும். பகுக்கப்பட்ட குவியங்கள் சிறு குழல்களில் வழக்கமான முறையில் சேகரிக்கப்படவேண்டும்.

9·5 நிறப்பகுப்பை விரைவுபடுத்தும் முறைகள்

வளிம நிறப்பகுப்பைத் துரிதமாக நிகழச் செய்வதற்குப் பல வழிமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவை சுருக்கமாகக் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

(அ) குழல் வெப்பநிலையை 30°C கூட்டினால், கலவை பகுக்கப்படும் வேகம் இருமடங்காகும். ஆனால், இதனால் பகுப்புத்திறன் (resolution) குறையக்கூடும்.

(ஆ) நிலைப்படிவின் அளவைக் குறைப்பின், கலவை பகுபடும் வேகம் அதிகரிக்கும்.

(இ) கடத்தும் வளிம வேகம் கூடக்கூட, நிறப்பகுப்பின் வேகமும் கூடுகிறது. ஆனல், கடத்தும் வளிமவேகம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை மிஞ்சிவிட்டால், பகுப்பு திறன் குறைந்துவிடும்.

(ஈ) வெப்பநிலை மாற்றப்படும் முறைகளில், கலவைகள் வேகமாகப் பகுக்கப்படுவதுடன், பகுப்புத்திறனும் கூடுகிறது.

(உ) நிலைப்படிவு நிரப்பப்பட்ட குழல்களில் சில நிமிடங் களில் பகுக்கப்படும் கலவைகள், தந்துகிக் குழல் களில் சில விநாடிகளிலேயே பகுக்கப்பட்டுவிடும்.

வளிம நிறப்பகுப்பு முறையின் பயன்களைப்பற்றி விரிவாக எழுதுவது எளிதன்று. எல்லாவகையான கலவைகளையும் பகுத்து இனங்காண, இம்முறை பெரிதும் துணைபுரிகிறது வளிம நிறப்பகுப்பு முறையில் ஏற்படும் வளர்ச்சிகளை விவரிக்க வளிம நிறப்பகுப்பு ஆய்விதழ்' (Journal of Gas Chromatograply) ஒன்று வெளியிடப்பட்டு வருகிறது.

10. அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு

இதுவரை பல நிறப்பகுப்பு முறைகள் ஆராயப்பட்டன. அவை, மூலக்கூறுகளின் பரப்புக்கவர்ச்சி, பங்கீடு ஆகிய இயற் பண்பு வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டன. ஆனால், அயனிப் பரிமாற்ற (ion-exchange) நிறப்பகுப்பு மூலக்கூறுகளின் வேதிப் பண்பு வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும்.

அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு, மிக விரிவாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. அயனிகள் மட்டுமின்றி, மின் துருவடைந்த (polar) கரிமச் சேர்மங்களும், சில சமயங்களில் மின் துருவடையாத கரிமச் சேர்மங்களும், அயனிப் பரிமாற்ற முறையில் பகுக்கப்படுகின்றன.

இம் முறையில், கலவையிலுள்ள அயனிகள் முழுமையாகப் பகுக்கப்பட்டு விடுவதால், அவற்றை உடனே அளவறி பகுப்பாய்வுக்கு உட்படுத்தலாம். மிகச் சிறிதளவு (10^{-9} கிராம்) அளவுள்ள அயனிகளையும் கண்டறியலாம். மேலும், தொழிற் சாலைத் தேவைக்கேற்ற பெருமளவுள்ள கலவைகளையும் இம் முறையில் பகுக்கமுடியும்.

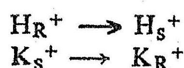
பிற முறைகளில் எளிதில் பகுபடாத சில கலவைகளையும், அயனிப் பரிமாற்றநிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக, சிர்கோனியம் (zirconium), ஹாஃப்னியம் (hafnium) போன்ற வேதிப் பண்பொற்றுமை மிகுந்த அயனிகள், ஹேலைடுகள் (halides), லாந்தனைடுகள் (lanthanides), ஆக்டினைடுகள் (actinides), மீயூரேனியத் தனிமங்கள் (transuranium elements) போன்ற கலவைகள் இம் முறையில் பகுக்கப் பட்டுள்ளன. மேலும், கரிம அமிலங்கள், காரங்கள், அமினோ அமிலங்கள், பெப்டைடுகள் (peptides), புரோட்டீன்கள் ஆகியனவும் இம் முறையில் பகுக்கப்பட்டுள்ளன.

10·1 கோட்பாடுகள்

10·1·1 நிலைப்படிவு, நகர்படிவுகளில் அயனிச் சமன்பாடு

ஒரு குறிப்பிட்ட அயனி நிலைப்படிவில் இருப்பதாகவும், மற்றோர் அயனி நகர்படிவுடன் நகர்ந்து வருவதாகவும் கொள்வோம். அப்போது அயனிகளுக்கு இடையில் எத்தகைய சமன்பாட்டு நிலை உருவாகும்?

நிலைப்படிவில் H^+ அயனிகளும், நகர்படிவில் K^+ அயனிகளும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். நகர்படிவு நிலைப்படிவின் ஊடே செல்லும் போது, H^+, K^+ அயனிகள் நிலைப்படிவிற்கும், நகர் படிவிற்கும் இடையே பரிமாற்றமடைகின்றன. $K_R{}^+$, $H_R{}^+$ என்பவை நிலைப்படிவில் உள்ள அயனிகளையும், $K_S{}^+$, $H_S{}^+$ என்பவை நகர்படிவில் உள்ள அயனிகளையும் குறிப்பதாகக் கொண்டால்



$$H_R{}^+ \longrightarrow H_S{}^+$$
$$K_S{}^+ \longrightarrow K_R{}^+$$

ஆகிய வேதிமாற்றங்கள் நிகழும். சமன்பாட்டு நிலையை அடையும் போது,

$$H_R{}^+ + K_S{}^+ \rightleftharpoons H_S{}^+ + K_R{}^+$$

$$\therefore \quad K = \frac{C(H_S{}^+) \times C(K_R{}^+)}{C(H_R{}^+) \times C(K_S{}^+)}$$

A^+, B^+, C^+ ஆகிய அயனிகளைக் கொண்ட ஒரு கலவை நகர் படிவை, நிலைப்படிவின் வழியாக நகர வைப்பதாகக் கொள்வோம். அப்போது:

$$K_{A+} > K_{B+} > K_{C+}$$

இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்த அயனிகள் எவ்வாறு நகர்ந்து செல்லும்?

K_{A+}-ன் மதிப்பு மற்ற அயனிச் சமன்பாட்டுக் கோவைகளை விட அதிகமானது. எனவே, ஒரு சிறு நிலைப்படிவு-நகர்படிவுக் கலவைப் பகுதியில் A^+ அயனிகள், B^+, C^+ அயனிகளைவிட அதிகமாக நிலைப்படிவில் கவரப்படுகின்றன. எனவே, C^+ அயனிகள் வேகமாகவும், B^+ அயனிகள் சற்றுப் பின்தங்கியும், A^+ அயனிகள் மிக மெதுவாகவும் நகர்படிவுடன் நகர்ந்து செல்கின்றன. இவ்வாறு, A^+, B^+, C^+ அயனிகள் அயனி இடமாற்றப் பண்புகளின் வேறுபாட்டால் பகுக்கப்படுகின்றன. இதுவே, அயனி இடமாற்ற நிறப்பகுப்பு முறையின் அடிப்படைப் பண்பாகும்.

10·1·2 அயனிப்பரிமாற்றிகள்

சில அயனிப் பரிமாற்றிகள் (ion-exchangers) இயற்கையாகவே கிடைக்கின்றன. இயற்கைப் பொருள்கள் சில, அயனிப் பரிமாற்றிகளாகத் திருத்தப்பட்டு (modified) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முழுமையும் செயற்கை முறைகளிலும், சில அயனிப் பரிமாற்றிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு, முற்றும் செயற்கை முறைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட கரிம அயனிப் பரிமாற்றிகள், பிசின்கள் (resins) எனப்படுகின்றன. இவ்வகைப் பிசின் அயனிப் பரிமாற்றிகளே, இன்று பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

10·1·3 கனிம அயனி இடமாற்றிகள்

கனிம அயனிப் பரிமாற்றிகளே (inorganic ion-exchangers) முதன் முதலில் அயனி பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்பட்டன. சியோலைட் (zeolite), களிமண் (clay) முதலிய இயற்கைப் பொருள்களில், பரிமாற்றம் அடையக்கூடிய (exchangeable) நேர் அயனிகள் (cations) உள்ளன. நகர்படிவில் வரும் கலவையில் உள்ள நேர் அயனிகளைப் பகுத்தெடுக்க, இத்தகு இயற்கைப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

நேர் அயனிகளைப் பரிமாற்றம் செய்யக்கூடிய அயனி பரிமாற்றிகள், நேர் அயனி பரிமாற்றிகள் (cation exchangers) என்றும், எதிர் அயனிகளைப் பரிமாற்றம் செய்யக்கூடிய அயனி பரிமாற்றிகள், எதிர் அயனி பரிமாற்றிகள் (anion exchangers) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

சில செயற்கைக் கனிம அயனி பரிமாற்றிகளும் (synthetic inorganic ion-exchangers) உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், இவற்றின் பரிமாற்றத் திறன் (exchange capacity), கரிம அயனிப் பரிமாற்றத் திறனைவிட மிகவும் குறைவாகும். மேலும், கனிம அயனிப் பரிமாற்றிகளின் நிலைத்தன்மை (stability), நீரில் கரையாத்திறன் (insolubility), விரிதிறன் (swelling capacity) முதலியவையும், மீட்டுருவாக்கத்திறனும் (reproducibility), கரிம அயனிப் பரிமாற்றிகளைவிடக் குறைவாகும். எனவே, இன்று கரிம அயனிப் பரிமாற்றிகளே மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

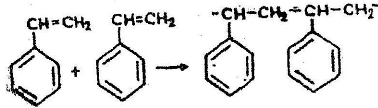
10·1·4 கரிம அயனிப் பரிமாற்றிகள்

பீட் (peat), பழுப்பு நிலக்கரி (lignite) போன்றன இயற்கையில் கிடைக்கும் அயனிப் பரிமாற்றிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டு

களாகும். இவற்றின் பரிமாற்றத்திறன் குறைவாக இருப்பதால், இவை மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

நிலக்கரிப் பொடி, மரத்தூள் ஆகியவற்றில் தேவையான அயனிக் குழுக்களை வேதிவினைகளைக் கொண்டு நிலைப்படுத்தி வைத்து, அவற்றை அயனிப் பரிமாற்றிகளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

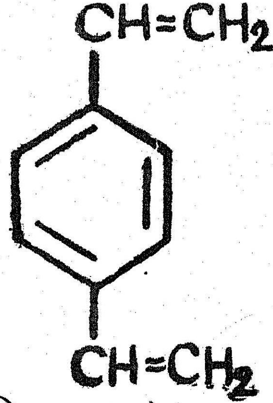
பிசின்களே, இப்போது விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படும் அயனிப் பரிமாற்றிகளாகும். இத்தகு பிசின்கள், ஸ்டைரீன் (styrene) மூலக்கூறுகள் இணைந்த பெருமூலக்கூறுகளால் (macromolecules or high polymers) ஆனவை.



படம் 10·1.

ஸ்டைரீன் மூலக்கூறுகள் மட்டும் சேர்ந்து உருவாகும் பெருமூலக்கூறு, ஒரே திசையில் நூலிழைபோல் நீண்டு செல்லும். இவற்றில் குறுக்கு இணைப்பு (cross-linking) இல்லாததால், இவை வலுவின்றி இருக்கும். எனவே இவை நீரில் எளிதில் கரைந்துவிடும் தன்மையன. இக் குறைகளை நீக்க, ஸ்டைரீன் பெரு மூலக்கூறு உருவாகும்போது, அதில் குறுக்கு இணைப்புகளை உருவாக்க டைவினைல் பென்சீன் (divinyl benzene) (படம் 10·2) மூலக்கூறுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

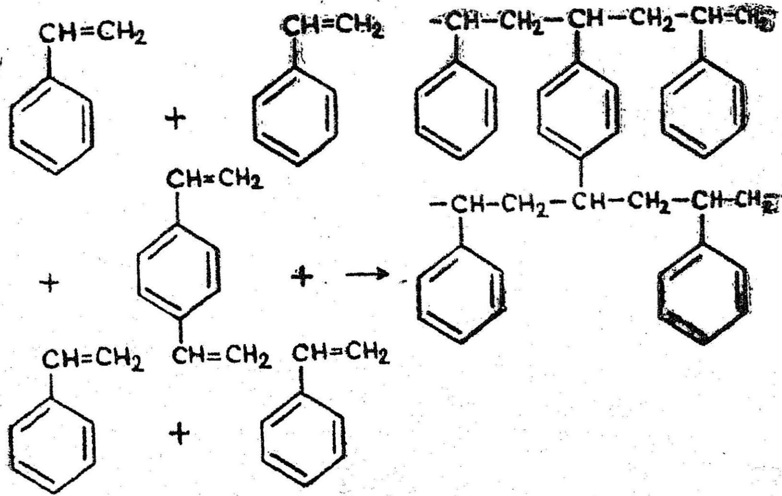
இவ்வாறு உருவாகும் கலவைப் பெருமூலக்கூறுகளில் (mixed polymers) குறுக்கு இணைப்பு இருப்பதால், இவை உறுதியுடையனவாக விளங்கும் (படம் 10·3).



படம் 10·2.

ஸ்டைரீனுடன் கலக்கப்படும் டைவினைல் பென்சீனின் அளவு அதிகரிப்பின், குறுக்கு இணைப்புகள் அதிகமாகும்.

அப்போது உருவாகும் பெருமூலக்கூறுகள் வலிமையும், நிலைத் தன்மையும் மிகுந்து விளங்கும்.



படம் 10·3

ஆனால், ஒரு பிசினின் பயன் பெருகவேண்டுமென்றால், அதற்கு ஓரளவு விரிதிறன் (swelling capacity) இருக்கவேண்டும். குறுக்கு இணைப்பு மிகுதியாகும்போது, பெருமூலக்கூறுகள் அதிக அளவு தண்ணீரை உட்புக விடுவதில்லை. எனவே, அவை தம் விரிதிறனை இழந்து விடுகின்றன.

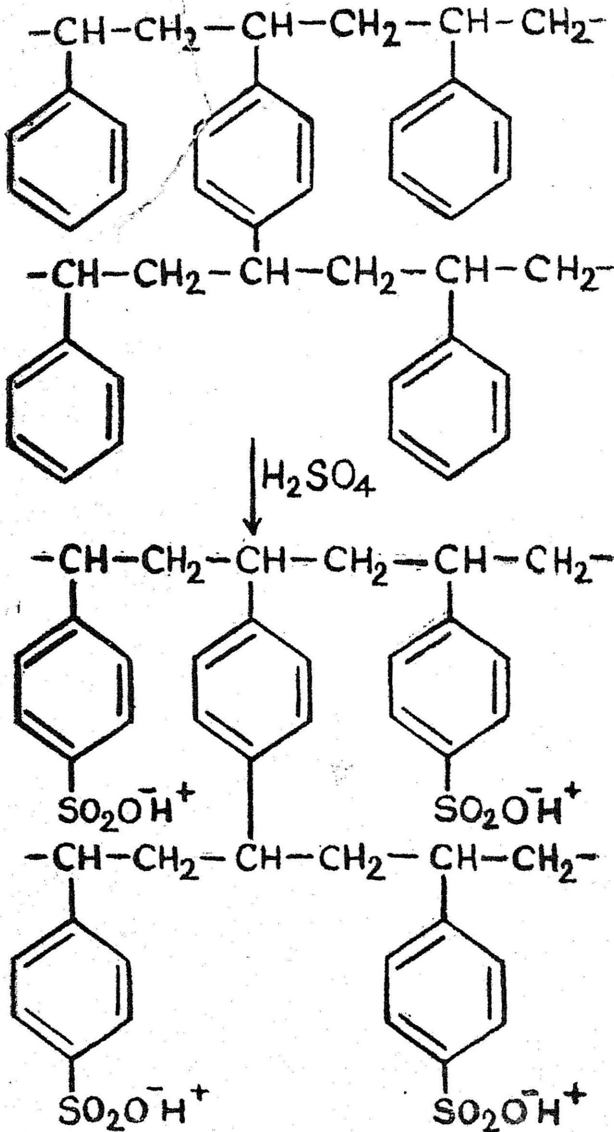
எனவே, ஸ்டைரீனுடன் கலக்கப்படும் டைவினைல் பென்சீனின் அளவு, பிசினின் வலிமையைக் கூட்டும் வகையிலும், பிசினின் விரிதிறனை மிகவும் குறைத்துவிடாத வகையிலும் அமையவேண்டும். பெரும்பாலும் இன்று பயன்படுத்தப்படும் பிசின்களில், 8% டைவினைல் பென்சீன் கலந்து பெறப்பட்ட பெருமூலக்கூறுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

10·1·5 நேர் அயனிப் பரிமாற்றிகள்

பிசின்களில் உள்ள சல்ஃபானிக் அமிலக் குழுக்களில் (sulphonic acid groups) உள்ள H^+


$SO_3O \cdot H^+$

அயனிகளே, நேர் அயனிப் பரிமாற்றத்தில் ஈடுபடுகின்றன. ஸ்டைரீன் பெருமூலக்கூறுகளில், முதலில் சல்ஃபானிக் குழுக்கள் வேதிவினை மூலம் இணைக்கப்படுகின்றன. இத்தகு வேதி



படம் 10·4

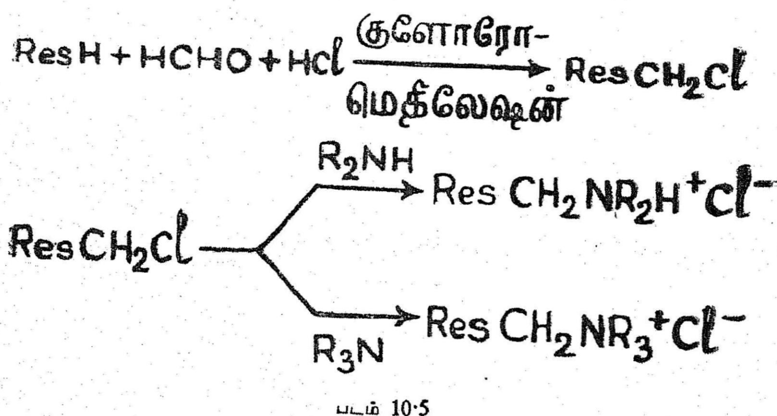
வினைக்குச் சல்ஃபோனேஷன் (sulphonation) என்று பெயர் (படம் 10·4). இவற்றைச் சுருக்கமாக $Res \cdot SO_2O^- H^+$ எனக் குறிக்கலாம்.

பிசின்களில், $-SO_2O^-H^+$ குழுவைப் போலவே, $-PO_2O^-H^+$, $-COO^-H^+$ போன்ற அமிலக் குழுக்களும் (acid groups) நேர் அயனிப் பரிமாற்றிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், $-SO_2O^-H^+$ அமிலக் குழு வலிமை மிகுந்த அமிலக் குழுவாகும். பிற அமிலக் குழுக்கள் வலிமை குறைந்த அமிலக் குழுக்களாகையால், ஒரு குறிப்பிட்ட pH மதிப்புள்ள நகர்படிவுகள் பயன்படுத்தப்படும்போது மட்டுமே, இத்தகு அமிலக் குழுக்களையுடைய பிசின்களைப் பயன்படுத்த முடியும்.

10·1·6 எதிர் அயனிப் பரிமாற்றிகள்

இயற்கையில் கிடைக்கும் எதிர் அயனிப் பரிமாற்றிகள் மிகவும் குறைவாகும். இவற்றில், OH^- குழுக்களே பெரும்பாலும் எதிர் அயனிப் பரிமாற்றத்தில் (anion exchange) ஈடுபடுகின்றன.

பிசின்களில் உள்ள ஃபீனைல் குழுக்களில் அமின் குழுக்களைப் பதிலீடு செய்வதால், எதிர் அயனிப் பரிமாற்றப் பிசின்கள் (anion exchange resins) கிடைக்கின்றன (படம் 10·5).



படம் 10·5

இந்தப் பிசின்களில் Cl^- அயனிகள், எதிர் அயனிப் பரிமாற்றத்தில் ஈடுபடும். இத்தகைய பிசின்களில், தக்க வேதிவினை மாற்றங்கள் மூலம் $-OH^-$ போன்ற பிற எதிர் அயனிகளை C அயனிகளுக்குப் பதிலாக இணைக்கலாம்.

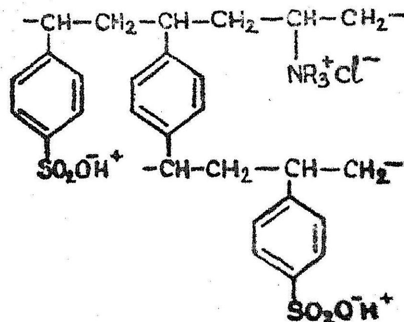
இது வரை விளக்கப்பட்ட பலவகை அயனிப் பரிமாற்றிகள் பட்டியல் 10·1-ல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 10·1 அயனிப் பறிமாற்றிகள்

கனிம அயனிப் பரிமாற்றிகள்	கரிம அயனிப் பரிமாற்றிகள்
நேர் அயனிப் பரிமாற்றிகள்	
இயற்கை	**இயற்கை**
சியோலைட், களிமண்	பீட், லிக்னைட்
செயற்கை	**மாற்றப்பட்டவை**
$MgO \cdot SiO_2 \cdot Al_2O_3$ $SiO_2 \cdot Al_2O_3$	சல்ஃபோனேஷன் செய்யப்பட்ட கரிப் பொடியும், பஞ்சும்
	செயற்கை
	அமில அயனி இடமாற்றிகளைக் கொண்ட பிசின்கள்
எதிர் அயனிப் பரிமாற்றிகள்	
இயற்கை	**செயற்கை**
டோலமைட்	கார அயனிப் பரிமாற்றிகளைக் கொண்ட பிசின்கள்
செயற்கை	
உலோக சிலிக்கேட்டுகள்	

10·1·7 பொது அயனிப் பரிமாற்றிகள்

சில பிசின்களில் $-SO_2O^-H^+$, $-NR_3{}^+Cl^-$ ஆகிய இருவகைக் குழுக்களும் ஒன்றாகப் பதிலீடு செய்யப்பட்டிருக்கும். இவை, ஒரே நேரத்தில் நேர் அயனிகளையும், எதிர் அயனிகளையும் மாற்றம் செய்யக்கூடியன. இத்தகைய அயனிப் பரிமாற்றிகள் இன்று புதிதாக வழக்கிற்கு வந்துள்ளன. இத்தகு பிசின் பெருமூலக்கூறின் ஒரு பகுதியைப் படம் 10·6-ல் காண்க.



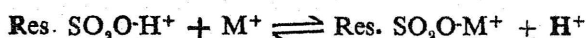
படம் 10·6

இத்தகைய அயனி இடமாற்றிகள், அயனிக் கலவைகளைப் பகுப்பதில் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஆனால், கடின நீர் போன்ற கரைசல்களில் உள்ள நேர் அயனிகளையும், எதிர் அயனிகளையும் ஒருசேர நீக்கிவிட இத்தகு பிசின்கள் நன்கு பயன்படுகின்றன.

10·1 8 K மதிப்புகளும், அயனிகளின் பரிமாற்றத்திறனும்

பிசின்களில் உள்ள அயனிகளுக்கும், நகர்படிவில் வரும் கலவையில் உள்ள அயனிகளுக்கும், இடையே ஏற்படும் அயனிப் பரிமாற்றத்தின் விளைவாகவே, கலவைகள் பகுக்கப்படுகின்றன.

நேர் அயனிப் பரிமாற்ற பிசின் ஒன்றுக்கும், பிற அயனிகளுக்கும் இடையே நிகழும் அயனிப் பரிமாற்றத்தைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்:



$$\text{Res. } SO_2O{\cdot}H^+ + M^+ \rightleftharpoons \text{Res. } SO_2O{\cdot}M^+ + H^+$$

இந்த வகையில், ஒவ்வொரு நேர் அயனிக்குமான K-ன் மதிப்பைக் கண்டறியலாம்.



$$\text{Res. } SO_2O{\cdot}H^+ + H^+ \rightleftharpoons \text{Res. } SO_2O{\cdot}H^+ + H^+$$

எனும் சமன்பாட்டிற்கான K-ன் மதிப்பை 1·0 எனக்கொண்டால், பிற நேர் அயனிகளின் பரிமாற்றத் திறனுடன் ஒப்பிடலாம். இப்படிப் பெறப்பட்ட K-ன் மதிப்புகளின் ஒப்பீட்டுக் குணகங்களை (relative coefficients) பட்டியல் 10·2 காட்டுகிறது.

பட்டியல் 10·2

நேர் அயனிகளின் பரிமாற்றத் திறன் ($H^+ = 1{\cdot}00$)

அயனி	பரிமாற்றத் திறன்	அயனி	பரிமாற்றத் திறன்
H^+	1·0	Ag^+	6.0
Li^+	0·9	Mn^{2+}	2·2
Na^+	1·3	Mg^{2+}, Fe^{2+}	2·4
		$Zn^{\cdot+}$, CO^{2+}, Cu^{2+}	2·6—2·9
NH_4^+	1·6	Ca^{2+}	3·1
K^+	1·8	Sr^{2+}	3·9
Rb^+	1·9	Hg^{+}, Pb^{2+}	5·1—5·4
Cs^+	2·0	Ba^{2+}	6·2

இவ்வாறே, எதிர் அயனிப் பரிமாற்றப் பிசின்களைப் பொறுத்தவரை



$$\text{Res. } NR_3^{+}OH^{-} + OH^{-} \rightleftharpoons \text{Res. } NR_3^{+}OH^{-} + OH^{-}$$

என்ற அயனிப் பரிமாற்றத்திற்கான K-ன் மதிப்பு 1·0 எனக் கொள்ளலாம்.



$$\text{Res. } NR_3^{+}OH^{-} + X^{-} \rightleftharpoons \text{Res. } NR_3^{+}X^{-} + OH^{-}$$

வகையிலான பல்வேறு X^{-} அயனிகளின் அயனிப் பரிமாற்றச் சமன்பாட்டிற்கான K-ன் மதிப்புகளை OH^{-}-ன் மதிப்புடன் ஒப்பிட்டு ஆராயலாம். இத்தகைய ஒப்பீட்டுக் குணகங்களின் தொகுப்புப் பட்டியல் 10·3-ல் தரப்பட்டுள்ளது.

பட்டியல் 10·3

எதிர் அயனிகளின் பரிமாற்றத் திறன் (OH^{-} = 1·0)

எதிர் அயனிகள்	இடமாற்றத் திறன்
OH^{-}	1·0
பென்சீன் சல்ஃப்பானேட் (benzene sulphonate)	500
சாலிசிலேட் (salicylate)	450
சிட்ரேட் (citrate)	220
I^{-}	175
ஃபீனலேட் (phenolate)	110
HSO_4^{-}	85
NO_3^{-}	65
CN^{-}	23
Cl^{-}	2.2
HCO_3^{-}	6·0
IO_3^{-}	5·5
ஃபார்மேட் (formate)	4·6
F^{-}	1·6

பிசின்களில் பல்வேறு அயனிகளின் பரிமாற்றத்திறனை ஒப்பிட்டுக் காட்டும் இத்தகைய பட்டியல்கள், கலவையிலுள்ள அயனிகளில் எவை விரைவாகவும், எவை மெதுவாகவும் நகர்ந்து வரும் என்பதை ஓரளவு முன்கூட்டியே தெரிந்துகொள்ள

உதவும். K-ன் மதிப்பு அதிகமுள்ள அயனி, பிசினில் அதிக அளவு கவரப்படுவதால், அது மெதுவாகவே நகரும். K-ன் மதிப்பு குறைவானால், அந்த அயனி விரைவாக நகரும்.

ஆனால், எல்லா அயனிகளுக்கும் இத்தகு K-ன் மதிப்பைக் காட்டும் பட்டியல்கள் கிடைப்பதில்லை. எல்லா அயனிகளுக்கும் K-ன் மதிப்பை ஒரே முறையில் கண்டறிய முடிவதில்லை என்பதே இதன் காரணம்.

பல அயனிகளின் K-மதிப்புகள் கிட்டதட்ட ஒரே அளவாக (same range) இருந்தால், அவ் வயனிகள் நகரும் வேக வரிசையை முன்கூட்டிக் கூறுவது கடினம்.

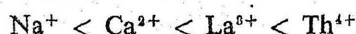
10·1·9 சில/பொது விதிகள்

K-ன் மதிப்புத் தெரியாவிட்டாலும், அயனிகளின் சில குறிப்பிட்ட பண்புகளைக் கொண்டு, அவற்றின் நகர் வேகங்களை ஒப்பிடலாம்.

நகர் படிவுடன் செல்லும் ஓர் அயனி நிலைப்படிவால் கவரப்படும் தன்மையை அதன் பரிமாற்றத் திறனைக் (exchange potential) கொண்டு மதிப்பிடலாம். ஒரு பிசினைப் பொறுத்தவரை, அயனியின் பரிமாற்றத் திறன் மிகுதி என்றால், அவ்வயனி நகர்படிவுடன் மிக மெதுவாகவே நகரும். பரிமாற்றத் திறன் குறைந்த அயனி, நகர்படிவுடன் வேகமாக நகரும்.

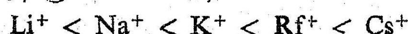
அயனிப் பரிமாற்றத்தைப் பாதிக்கும் சில பண்புகளை இனி ஆராயலாம்.

(அ) அயனிகளின் மின்னேற்றம் (electrical charge) கூடக் கூட, அந்த அயனிகளின் பரிமாற்றத் திறனும் கூடும். இந்த விதி பொதுவாகப் பொருந்துவதாயினும், தனிமப் பட்டியலில் ஒரே கிடைமட்ட வரிசையில் உள்ள அயனிகளைப் பொறுத்தவரை, இவ்விதி எப்போதும் பொருந்துவதாகும். எடுத்துக்காட்டாக,

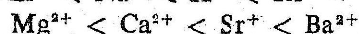


$$Na^{+} < Ca^{2+} < La^{3+} < Th^{4+}$$

(ஆ) ஒரே தனிமக் குழுவில் (periodic group) உள்ள அயனிகளைப் பொறுத்தவரை, அயனிகளின் அணு எண் (atomic number) கூடக்கூட, அவ்வயனிகளின் பரிமாற்றத்திறனும் கூடும். எடுத்துக்காட்டாக,



$$Li^{+} < Na^{+} < K^{+} < Rf^{+} < Cs^{+}$$



$$Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{+} < Ba^{2+}$$



$$F^{-} < Cl^{-} < Br^{-} < I^{-}$$

(இ) H^+, OH^- அயனிகளின் பரிமாற்றத்தால் உருவாகும் அமிலங்கள், அல்லது, காரங்களின் வலிமையைப் பொறுத்து அமையும். வலிமை (strength) குறைந்த அமிலம் உருவானால், H^+ அயனியின் பரிமாற்றத்திறனும், வலிமை குறைந்த காரம் உருவானால் OH^- அயனியின் பரிமாற்றத்திறனும் கூடும்.

(ஈ) மூலக்கூறு எடை மிகுந்த கரிம அயனிகளைப் பொறுத்த வரை, அயனிகளின் எடை கூடக்கூட, அவற்றின் தளப்பரப்பும் அதனால் பரிமாற்றத்திறனும் கூடுகிறது.

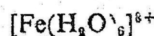
(உ) தனி உலோக அயனிகளைவிட, எதிர் அயனி உட்கூட்டு உலோக அயனிகள் (anionic complexes of metal ions) அதிகமாகத் தளப்பரப்பில் கவரப்படுகின்றன. இத்தகு அயனிகளின் பரிமாற்றத்திறனும் மிகுதியாகும். அயனிகளின் இப் பண்பு, அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு முறையில் பெரிதும் பயன் படுத்தப்படுவதாகும் (பின்னர் காண்க).

(ஊ) பிசின்களின் குறுக்கு இணைப்புகள் கூடக்கூட, அவற்றில் அயனிகளுக்கிடையிலான பரிமாற்றத்திறன் வேறு பாடும் (exchange potential difference) குறைகிறது.

ஒரு கலவையைப் பகுத்தெடுக்கத் தகுந்த பிசின்களைத் தேர்வு செய்யும்போதும், பிரிக்கப்பட்ட குவியங்களைத் தனித் தனியே பண்பறி பகுப்பாய்வோ, அளவறி பகுப்பாய்வோ செய்யும்போதும், கலவைகள் பகுக்கப்பட்டிருக்கக்கூடிய வரிசையை முன்கூட்டியே ஓரளவேனும் தெரிந்து கொள்வது சிறப்பாகும். மேற்காட்டிய பொதுவான விதிகள், இவ் வகையில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

10·2 உட்கூட்டு கலவைகளைப்பகுத்தல்

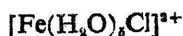
நேர் அயனிகள், பல எதிர் அயனிகளுடன் கூடி, உட் கூட்டுப் பொருள்களை (complexes) உருவாக்குகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, தண்ணீரில் Fe^{3+} அயனிகள் H_2O மூலக்கூறுகள் ஆறுடன் கூடி,

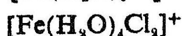


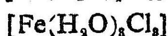
$$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$$

என்ற உட்கூட்டுப் பொருளாக இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இத்தகு கரைசலில், HCl-ன் அளவை மெல்ல மெல்லக் கூட்டிக்

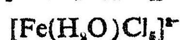
கொண்டே போனால், பின்வரும் உட்கூட்டுப் பொருள்கள் கிடைக்கும்.













இந்த அயனிகளே, உட்கூட்டு அயனிகள் எனப்படுகின்றன.

10·2·1. குளோரைடு உட்கூட்டு அயனிகள்

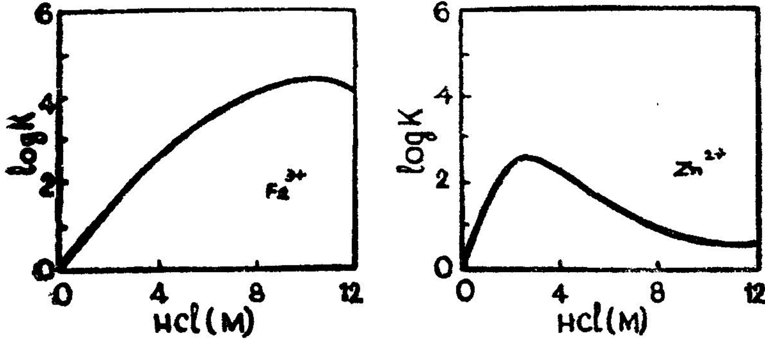
அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு முறையில், உட்கூட்டு அயனிகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, பல்வேறு நேர் அயனிகளைத் தேவையான அளவு HCl சேர்ப்பதால், அவற்றின் குளோரைடு உட்பொருளாக மாறி இருப்பதாகக் கொள்வோம். இத்தகு கலவையை, நேர் அயனிப் பரிமாற்றிகளில் பகுப்பதற்குப் பதிலாக, எதிர் அயனி இடமாற்றி களில் பகுக்கலாம் (உட்கூட்டுப் பொருள்களில் எதிர் மின் னேற்றம் இருப்பதைக் காண்க). HCl ஐயே நகர்படிவாகப் பயன் படுத்தலாம். இவ்வாறு பயன்படுத்தப்படும் HCl அமிலத்தின் அடர்வைப் பொறுத்து, வெவ்வேறு வேளைகளில் வெவ்வேறு அயனிகள் மட்டும் நகர்படிவுடன் நகர்ந்துவரக் காணலாம். எனவே, இத்தகு நிறப்பகுப்பு முறையில் குறிப்பிட்ட அயனிகளை மட்டும் மிகப் பெரிய கலவையிலிருந்தும் பிரித்தெடுக்கலாம்.

10·2·2 பங்கீட்டு எண் வரைபடங்கள்

எந்த HCl அடர்வில் (concentration), எந்த அயனி பகுக்கப் படும் என்பதைத் தெளிவாகக் கண்டறியப் பங்கீட்டு எண் வரைபடங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இத்தகைய வரை படங்களைப் பின்வருமாறு தயாரிக்கலாம்:

ஒரு குறிப்பிட்ட HCl அடர்வில், குறிப்பிட்ட அளவு உலோக அயனிக் கரைசல், ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள பிசினுடன் சமன்பாடடையச் செய்யப்படுகின்றது. பின்னர், பிசினையும், கலவையையும் தனித்தனியே பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம், K-ன் மதிப்பு கண்டறியப்படுகிறது. (இம் முறை பகுதி 10·1–ல் விளக்கப்பட்டுள்ளது). இதே முறையில், அதே அயனியின் K-மதிப்புகள் வெவ்வேறு HCl அடர்வுகளில் காணப்படுகின்றன.

இதன்பின், HCl அடர்வுக்கும், K-ன் மதிப்பிற்கும் இடையிலான தொடர்பு ஒரு வரைபடமாக உருவாக்கப்படுகிறது. Fe^{3+}, Zn^{2+} ஆகிய அயனிகளுக்கு இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட வரைபடங்களைக் கீழே காணலாம் (படம் 10·7).



படம் 10·7. பங்கீட்டு எண் வரைபடங்கள்

ஒவ்வோர் அயனிக்கும் இத்தகைய வரைபடங்கள் ஏற்கெனவே தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால், இத்தகைய வரைபடங்கள் பிசினின் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடலாம் என்பதை மறந்துவிடுவதற்கில்லை.

10·2·3 கலவைகளைப் பகுத்தல்

பல நேர் அயனிகளைக் கொண்ட ஒரு கலவையைப் பகுக்க வேண்டி இருப்பதாகக் கொள்வோம். கலவையில் உள்ள அயனிகளைப்பற்றி ஓரளவு முன்பே தெரிந்திருந்தால், அவ் வயனிகளின் பங்கீட்டு எண் வரைபடங்களிலிருந்து அவ் வெல்லா அயனிகளுக்குமே K_D பதிப்பு மிகுதியாக இருக்கக்கூடிய ஒரு HCl அடர்வு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. இந்த அடர்வில் உள்ள கலவை பிசினில் ஊற்றப்பட்டால், எல்லா அயனிகளுமே பிசினில் கவர்ந்துகொள்ளப்படும். பின்னர், HCl-ன் அடர்வைப் படிப்படியாக மாற்றுவதன்மூலம், ஒவ்வோர் அயனியையும் தனித்தனியே பகுத்தெடுக்கலாம்.

இவ்வாறு வெவ்வேறு அடர்வுள்ள HCl-ல் பகுக்கப்படும் அயனிகளின் வரிசையைப் பட்டியல் 10·4-ல் காண்க.

பட்டியல் 10·4. குளோரைடு உட்கூட்டு உலோக அயனிகள் பிரிக்கப்படும் வரிசை

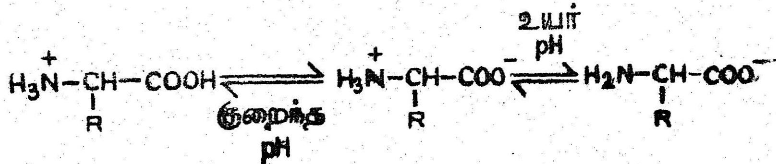
HCl அடர்த்தி (M)	பகுக்கப்படும் அயனிகள்
	Na^{+}, K^{+}, Rb^{+}
	Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}
	Ag^{+}, Pb^{2+}
9·5	Ti^{4+}
7·0	Fe^{2+}, V^{5+}
6·0	U^{4+}
4·5	CO^{2+}, As^{3+}
3·0	Cu^{2+}
1·0	Fe^{3+}, U^{6+}
0·02	Zn^{2+}
0·001	Cd^{2+}

10·3 கரிம அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு

அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு, கரிம மூலக்கூறுகளின் கலவைகளைப் பகுப்பதற்கும் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கரிம அமிலங்கள், கரிமக் காரங்கள், அமினோ அமிலங்கள் ஆகியன கனிம அயனிகளைப் போலவே அவற்றின் அயனிப் பரிமாற்றத் திறனின் அடிப்படையில் செயல்படுகின்றன. அயனித் தன்மையே அற்ற கரிமச் சேர்மங்கள் அவற்றின் பரப்புக் கவர்ச்சித் திறத்தின் அடிப்படையிலும், மூலக்கூறு எடைகளின் அடிப்படையிலும் பகுக்கப்படுகின்றன.

10·3·1 கரிம அயனிகளின் பகுப்பு

கரிம அயனிகளின் பகுப்பில் பெரிதும் வளர்ந்துள்ள துறை அமினோ அமிலங்களின் பகுப்பாகும். கலவைக் கரைசலின் pH மதிப்பிற்கேற்ப, கலவையில் உள்ள அமினோ அமிலங்கள் வெவ்வேறு வகை அயனிகளாக இருக்கும் (படம் 10·8)

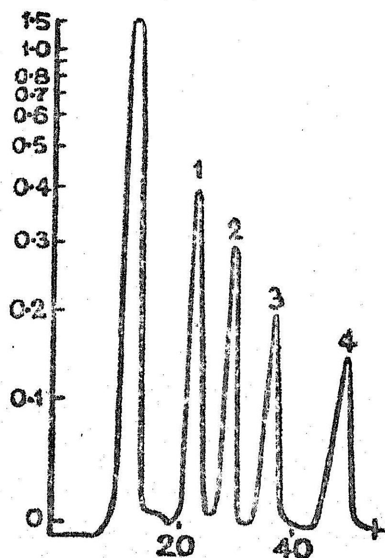


படம் 10·8.

வெவ்வேறு அமினோ அமில அயனிகள், வெவ்வேறு வகை வேகத்தில் நிலைப்படிவில் நகரும். எனவே, இப் பண்பைப் பயன்படுத்தி, நகர்படிவின் pH மதிப்பைத் தொடர்ந்து மாற்றுவதன்மூலம், அமினோ அமிலங்களைப் பகுத்தெடுக்கலாம். pHமதிப்பை மாற்றுவதைப்போன்றே, வெப்பநிலை, பிசின்களின் அமைப்பு முதலியவற்றை மாற்றியும், அமினோ அமிலங்கள் பகுக்கப்படலாம்.

இன்று தானியங்கி முறையிலும் அயனிப் பரிமாற்ற நிறப் பகுப்பைக் கொண்டு, அயனிகள் நிறப்பகுப்புச் செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாறு, தானியங்கி முறையில் பகுக்கப்பட்ட ஓர் அமினோ அமிலக் கலவையின் வரைபடத்தை படம் 10·9 காட்டுகிறது.

இம் முறையில் மிகக் குறைந்த அளவு (10⁻⁹ மோல், 10^{-9} mole) அமினோ அமிலங்களும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. ஒரு விரல் நுனியைக் கண்ணாடி முகவையைத் தொடுவதால், அதில் தங்கும் அமினோ அமிலங்களைக்கூட இம் முறையில் கண்டறியலாம்.



படம் 10·9.
அயனிப் பரிமாற்ற முறையில் பகுக்கப்பட்ட அமினோ அமிலங்களின் வரைபடம்

அமினோ அமிலங்களைத் தவிர, பெப்டைடுகள், புரோட்டீன்கள் ஆகியனவும் அயனிப் பரிமாற்ற முறையில் ஆராயப்பட்டுள்ளன. இம் முறையைக் கொண்டு, கரிம அமிலங்களும், காரங்களும், ஓரளவு பகுக்கப்படுகின்றன.

10·3·2 பிற கரிமக் கலவைகள்

அயனித் தன்மையற்ற ஆல்கலாய்டுகள், ஆல்கஹால்கள், குளோரோஃபீனால்கள், பாஸ்ஃபேட் எஸ்டர்கள் முதலியனவும்,

அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு முறையில் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றை நிறப்பகுப்பு செய்யும்போது, இம் மூலக்கூறுகள் பிசின்களின் மின் துருவத்தன்மையுடைய பரப்புகளில் கவரப்படுகின்றன. இங்குப் பரப்புக் கவர்ச்சி வேறுபாடுகள் காரணமாக, கலவைகள் பகுப்பு அடைகின்றன.

இம் முறையைப் பயன்படுத்தி, ஒரு சாதாரண மனிதனின் சிறுநீரில் ஏறக்குறைய 100 வகையான சேர்மங்கள் இருப்பனவாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

10·3·3 கரிம அயனிப் பரிமாற்ற முறையின் சில தனிப் பண்புகள்

கனிம அயனிப் பரிமாற்ற முறைகளுக்கும், கரிம அயனிப் பரிமாற்ற முறைகளுக்குமிடையில் பல வேறுபாடுகள் உண்டு.

எடுத்துக்காட்டாக, கனிம அயனிப் பரிமாற்ற முறையில், பகுக்கப்படும் அயனிகளின் அளவில் மிகச் சிறு வேறுபாடே காணப்படும். ஆனால், கரிம மூலக்கூறுகளின் குறுக்களவுகள் பெரிதும் வேறுபடலாம். எனவே, பிசினின் குறுக்கு வட்ட இணைப்பை நன்கு கட்டுப்படுத்தி வைப்பது, இந் நிறப்பகுப்பு முறையில் மிகத் தேவையாகும்.

கரிம மூலக்கூறுகளின் குறுக்களவு வேறுபாடுகளும், அவை பகுப்படையக் காரணமாக அமைகின்றன. இதைப்பற்றி முன்பே ஆராயப்பட்டது.

கரிம மூலக்கூறுகளில் பல தண்ணீரில் கரைவதில்லை. எனவே, கரிமக் கரைப்பான்களே, கலவைக் கரைசலை உருவாக்கவும் பயன்படுகின்றன. இத்தகு கரிமக் கரைப்பான்கள், பிசின்களின் உப்பும் தன்மை, பரிமாற்றத்திறன், பெருமூலச் சிதைவு முதலிய பல பண்பு வேறுபாடுகளை உருவாக்குகின்றன. கரிம அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பை மேற்கொள்ளும்போது, இத்தகைய பண்பு மாறுபாடுகளைக் கருத்தில் கொள்வது இன்றியமையாததாகும்.

10·4 அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பின் பயன்கள்

அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பின் சில பயன்கள், மேலே தரப்பட்டுள்ளன. இவையன்றி. மருத்துவ இயலிலும், உயிர் வேதியியலிலும்கூட இம் முறை பெரிதும் வளர்ந்துள்ளது.

10·4·1 கடின நீரை மென்னீராக்குதல்

கால்சியம், மெக்னீசியம் அயனிகளே, நீரின் கடினத் தன்மைக்கு காரணமாய் அமைகின்றன. கடின நீரை, சோடியம் அயனிப் பரிமாற்றம் செய்யக்கூடிய ஒரு பிசினின் வழியே செலுத்தினால், கால்சியம், மெக்னீசியம் அயனிகள் நிலைப்படிவில் தங்கிவிடுகின்றன. நகர்படிவில் வரும் சோடியம் அயனிகள் நீருக்குக் கடினத்தன்மையை ஊட்டுவதில்லை.

அயனிப் பரிமாற்றத்தை அடிப்படையாகக்கொண்ட, கடின நீரை மென்னீராக்கும் கருவிகள், ஆய்வகங்களிலும், தொழிற் சாலைகளிலும் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

10·4·2 அயனி நீக்க அயனிப் பரிமாற்றிகள்

இத்தகைய பிசின்களில், H^+ அயனி நேர் அயனிப்பரிமாற்றி யாகவும், OH^- அயனி எதிர் அயனிப் பரிமாற்றியாகவும் செயல் படுகிறது.

அயனிகளையுடைய நீர், பிசினின் வழியே செலுத்தப்படும் போது, நேர் அயனிகள் யாவும் H^+ அயனிகளாலும், எதிர் அயனிகள் OH^- அயனிகளாலும் பரிமாற்றம் அடைகின்றன. எனவே, நகர்படிவிலிருந்து உப்புகளைத் தண்ணீர் இடப்பெயர்ச்சி அடையச் செய்கிறது எனலாம். இவ்வாறு கிடைக்கும் நீர், அயனி நீங்கிய நீர் (deionized water) எனப்படுகிறது. ஆனால், இத்தகு நீரில் பிற கரிம மாசுகளோ, பாக்டீரியாக்களோ இருக் கலாம் என்பதை மறந்துவிடக்கூடாது.

10·4·3 அயனிகளின் அடர்வைக் கூட்டல்

மிகக் குறைந்த அடர்வுள்ள ஓர் அயனிக் கரைசலை நிலைப் படிவின் வழியே செலுத்தி, அவ் வயனிகள் அனைத்தையும் நிலைப் படிவில் தங்க வைக்கலாம். பின்னர், மிகக் குறைந்த பருமனள வுள்ள வேறொரு நகர்படிவின்மூலம் அதே அயனிகளைப் பிரித் தெடுத்துக்கொள்ளலாம்.

மெண்டலீவியம் (Mendelevium) போன்ற மிகச் சிறிதளவே கிடைக்கும் கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் பகுத்தெடுத்துச் சேகரிக்க, இம் முறையே கையாளப்படுகிறது.

11. களிம வடித்தல்

கலவைகளின் பரப்புக் கவர்ச்சி, பங்கிடு ஆகிய பண்பு வேறு பாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட நிறப்பகுப்பு முறைகளும் (அத்தியாயங்கள் 4-9), கலவைகளின் அயனிப் பரிமாற்றப் பண்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட நிறப்பகுப்பு முறையும் (அத்தியாயம் 10), இதுவரை விரிவாக ஆராயப்பட்டன. இந்த நிறப்பகுப்பு முறைகளுக்கிடையே, ஒரு சிறப்பான ஒற்றுமையைக் காணலாம். நிலைப்படிவிற்கும், நகர்படிவிற்கு மிடையே பங்கிடடைந்து மூலக்கூறுகள் பகுக்கப்படுவதற்கு, அவற்றின் இயற்பண்புகளும் வேதிப்பண்புகளுமே காரணமாக அமைகின்றன.

களிம வடித்தல் (gel filtration), மூலக்கூறுகளின் பருமன் அளவில் உள்ள வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட தாகும். எனவே, பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளுடன் களிம வடித் தலையும் சேர்த்து ஆராயக் கூடாது என்ற கருத்தும் நிலவு வதுண்டு. ஆனால், பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளுடன் களிம வடித்தல் செய்முறையில் பெரிதும் தொடர்புடையதாகும். கலவைகளைப் பகுப்பதில், இம்முறை பிற நிறப்பகுப்பு முறை களுடன் இணைத்தே பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும் அளவுள்ள (குறிப்பாக, உயிர்வேதியியல்) மூலக்கூறுகளைப் பகுப்பதில், இம்முறை பெரிதும் பயனுள்ளதாகும்.

11·1 களிம வடித்தலின் கோட்பாடுகள்

11 1 1 கலவை பகுக்கப்படும் முறை

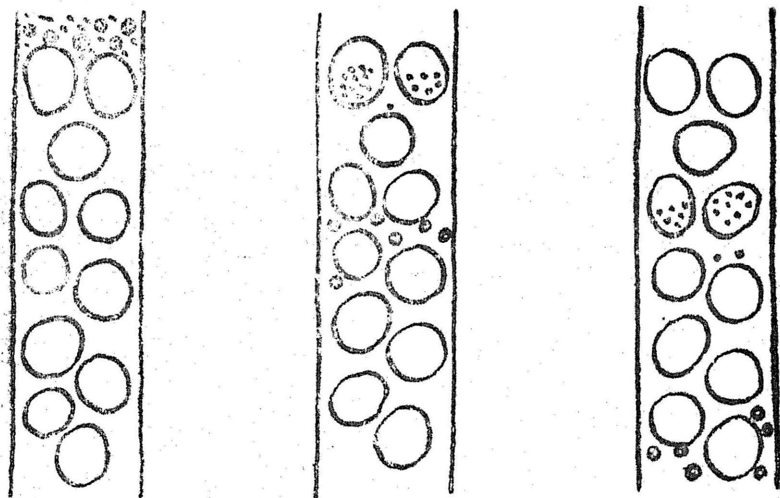
பருமனளவு மிகுந்த மூலக்கூறுகளையும், பருமனளவு குறைந்த மூலக்கூறுகளையும் கொண்ட கலவையொன்றை எடுத்துக் கொள்வோம். பருமனளவில் உள்ள வேறுபாட்டைக் கொண்டு, இவற்றை எவ்வாறு பகுத்தெடுப்பது?

சிறிய மூலக்கூறுகளைவிடப் பெரியதும், ஆனல் பெரிய மூலக் கூறுகளைவிடச் சிறியதுமான துளைகளையுடைய ஒரு சல்லடை கிடைப்பதாகக் கொள்வோம். இச் சல்லடையில் சலித்தெடுப் பதன் மூலம், சிறிய மூலக்கூறுகளைத் தனியாகப் பிரித்து

விடலாம். பெரிய மூலக்கூறுகள் சல்லடையின் மேலேயே தங்கி விடும்.

ஆனால், மூலக்கூறுகளின் குறுக்களவு 10^{-6} செ.மீ. அளவு தான் இருக்கும். இவ்வளவு குறைவான குறுக்களவு உள்ள துளைகளுள்ள சல்லடைகளைத் தயாரித்தல் இயலாது. எனவே, மூலக்கூறுகளை இவ்வாறு பகுத்தல் எளிதல்ல. எனினும், சில சிறிய மூலக்கூறுகளை, பலபடியாக்கல் (polymerization) முறையில், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குறுக்களவுள்ள துளைகளை உடைய துகள்களாக உருவாக்கலாம். இத்தகு பெருமூலக்கூறுகளே, களிமம் (gel) எனப்படுகின்றன. இத்தகைய களிமங்களே, மூலக்கூறுகளை அவற்றின் பருமனளவின் அடிப்படையில் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன.

களிமத் துகள்கள், சல்லடையைப் போல் தட்டையாக இருப்பதில்லை. மாறாக, அவை நீரை ஏற்று விரிந்து (swell) உருண்டை வடிவில் இருக்கும். இத் துகள்களின் பரப்பில், எல்லாத் திசைகளிலும் துளைகள் இருக்கும். இத்தகைய களிமத் துகள்கள் நிறைந்த குழலொன்றின் வழியே, கலவை மூலக்



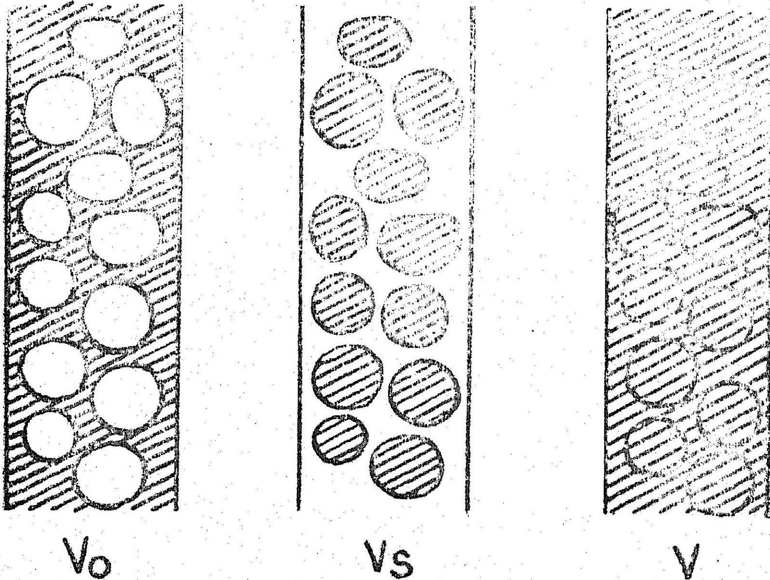
படம் 11·1. களிம வடிப்பில் கலவைகள் பகுக்கப்படும் முறை.

கூறுகள் செல்லும் போது என்ன நிகழ்கிறது என்பதைப் படம் 11·1 விளக்குகிறது.

களிமத்தின் துளைகளைவிடச் சிறிய அளவுள்ள மூலக்கூறுகள், களிமத்துகள்களின் உள்ளே அகப்பட்டுக் கொள்கின்றன. இவை, களிமத்தின் ஊடே நகர்ந்து சென்று, மறுபுறத்தில் வெளிப்படுவதற்குத் தாமதமாகிறது. துளையளவைவிடப் பெரிய அளவுள்ள மூலக்கூறுகள், களிமத் துகள்களுக்கு நடுவேயுள்ள இடைவெளியின் வழியாக விரைவாக நகர்ந்து வந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு, கலவையிலுள்ள பெரிய மூலக் கூறுகள் விரைவாகவும், சிறிய மூலக்கூறுகள் நிதானமாகவும் நகர்ந்து செல்வதால், கலவை பகுக்கப்படுகிறது. சல்லடையில் ஒரு கலவை பகுக்கப்படும் வரிசைக்கு நேர்மாறாக, இம் முறை அமைந்துள்ளது எண்ணிப் பார்க்கத் தக்கதாகும்.

11·1·2 வெற்றிடப் பருமனும் உள்ளிடப் பருமனும்

ஒரு நிறப்பகுப்புக் குழலில் களிமம் நிரப்பப்பட்டு இருப்ப தாகக் கொள்வோம். களிமம் நிரப்பப்பட்டுள்ள மொத்த பருமன் V எனக் குறிப்பிடுவோம். இப் பருமனில், களிமத்



படம் 11·2.

V_o, V_s, V ஆகியவற்றுக்கு இடையேயான தொடர்பு.

துகள்களால் நிரப்பப்பட்டுள்ள பகுதி V_s எனவும், துகள்களுக்கு இடையேயுள்ள வெற்றிடப்பகுதி V_o எனவும் கொள்வோம்.

இப் பருமன்கள், முறையே, நிலைப்பருமன் (V_s) எனவும், வெற்றிடப் பருமன் (V_o) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றுக்கிடையிலான தொடர்பைப் பின்வரும் சமன்பாடு குறிக்கிறது :

$$V = V_o + V_s \qquad \ldots (11{\cdot}1)$$

V, V_o, V_s ஆகியவற்றுக்கிடையிலான தொடர்பைப் படம் 11·2 தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

நிலைப்பருமனில் ஒரு பகுதி களிமத் திடப் பொருளாலும், மற்றொரு பகுதி களிமம் உட்கவர்ந்துள்ள நீராலும் அமைந்ததாகும். இப் பருமன்கள், முறையே, களிமப் பருமன் (V_g), உள்ளிடப் பருமன் (V_l) எனப்படுகின்றன.

$$V_s = V_g + V_l \qquad \ldots (11{\cdot}2)$$

V_s-ன் மதிப்பைச் சமன்பாடு 11·1-ல் பிரதியிட,

$$V = V_o + V_g + V_l \qquad \ldots (11{\cdot}3)$$

களிம வடிப்புக் குழல் ஒன்றின் வெற்றிடப் பருமனைக் கண்டறிவது எளிதாகும். களிமத்துளை அளவைவிட மிகப் பெரிய அளவுள்ள மூலக்கூறெடை மிகுந்த பொருளொன்று, நிலைப்படிவின்மீது இடப்படுகிறது. நீல டெக்ஸ்ட்ரான் (Blue Dextran) என்னும் மூலக்கூறு எடை 2,000,000 உள்ள பொருளே, இந்த ஆய்வுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. மேனிருந்து கரைசல் ஊற்றப்படும்போது, இம் மூலக்கூறுகள் வெற்றிடப் பருமன் வழியே நகர்ந்து சென்று, குழலின் கீழ்ப்பகுதியை அடைகின்றன. நீல வண்ணம் குழலின் கீழ்பகுதியை முதன் முதலில் வந்தடையும் வரை ஊற்றப்பட்ட கரைசலின் பருமனே, அக் குழலின் வெற்றிடப் பருமன் (V_o) ஆகும்.

குழலில் நிரப்பப்படும் களிமத்தின் நீரேற்புத் திறனைக் கொண்டு, உள்ளிடப் பருமன் (V_l) கணிக்கப்படுகிறது. 1 கி. களிமம் உட்கவர்ந்து கொள்ளும் நீரின் எடை (S_r), அக் களிமத்தின் நீரேற்புத்திறன் எனப்படுகிறது. பிரிப்பகுப்புக் குழலில் நிறப்பப்பட்ட களிமத்தின் எடை m கி. எனில், களிமம் உட்கவர்ந்து கொண்ட நீரின் எடை mS_r கி. ஆகும். இந்த எடையை நீரின் அடர்த்தியால் (d) வகுக்க, களிமத்தின் உள்ளிடப் பருமன் கிடைக்கும். எனவே,

$$V_l = \frac{mS_r}{d} \qquad \ldots (11{\cdot}4)$$

V_o, V_i ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் கணிக்கப்பட்டுவிட்டால், இவற்றின் மதிப்புகளைக் கொண்டு V_g, V_s ஆகியவற்றின் மதிப்புகளையும் எளிதில் கணக்கிடலாம் :

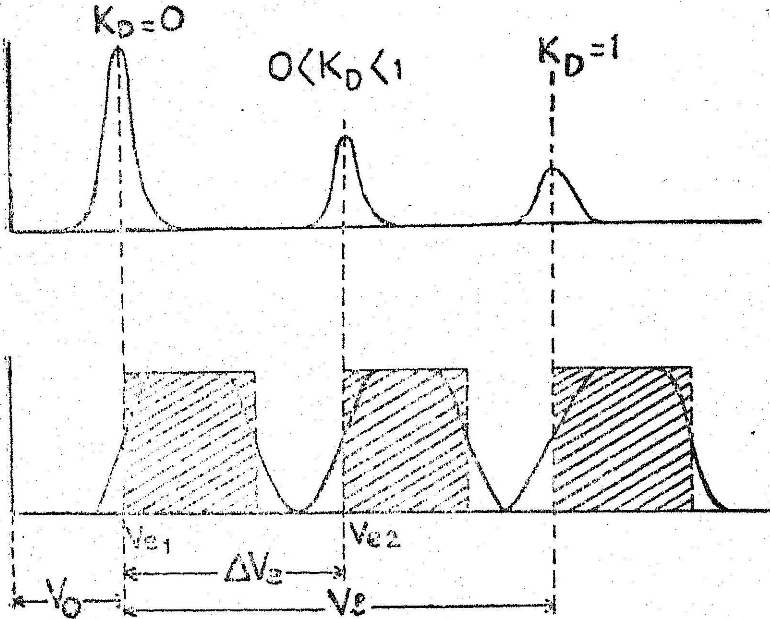
$$V_g = V - (V_o + V_i) \quad \text{.... (11·3)}$$

$$V_s = V - V_o \quad \text{... (11·1)}$$

களிம வடிப்பின் கோட்பாடுகளில் பெரிதும் பயன்படும். எண்கள், வெற்றிடப்பருமனும் (V_o) உள்ளிடப் பருமனும் (V_i) ஆகும் என்பது இங்குக் குறிப்புடத்தக்கதாகும்.

11·13 இழுதிறப் பருமனும், பங்கீட்டு எண்ணும்

களிம வடிப்புக் குழலிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட சேர்மம் பகுக்கப்பட்டு வெளியில் வருவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் கரைப்பானின் பருமனளவு, அச் சேர்மத்தின் இழுதிறப் பருமன்



படம் 11·3. இழுதிறப் பருமன்களை அளந்தறிதல்

மேல் : கலவை குறைவாக உள்ளபோது குவிய அமைப்பு.

கீழ் : கலவை மிகுதியாக உள்ளபோது குவிய அமைப்பு

(eluent volume) எனப்படும். வளிம நிறப்பகுப்பில், மூலக் கூறுகளை இனங்காணத் தங்கும் பருமன் (retention volume) பயன்

படுவதைப்போல, களிம வடித்தல் முறையில் அவற்றின் இழுதிறப்பருமன்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

களிமவடிப்புக் குழலிலிருந்து வரும் கரைப்பானைத் தனித் தனியாகச் சேர்த்து, ஒவ்வொரு பகுதியிலும் உள்ள சேர்மங்களின் அளவைக் கண்டறிந்து, வரைபடமாக உருவாக்கினால், படம் 11·3 கிடைக்கும்.

பகுக்கப்படும் கலவையின் அளவுகுறைவாக உள்ளபோது படம் 11·3–ன் மேற்பகுதியில் காட்டியுள்ளபடி குவிபங்கள் தெளிவாக இருக்கும். இவற்றிலிருந்து, ஒவ்வொரு குவயத்திற்குமுரிய இழுதிறப்பருமன்களை அளந்தறியலாம். மாறாக, பகுக்கப்படும் கலவையின் அளவு மிகுதியானால், ஒவ்வொரு குவியமும் முதலில் உயர்ந்து, அடுத்துக் கிடைமட்டமாக நின்று, பின்னர் இறங்கும். இந்த அமைப்பைப் படம் 11·3–ன் கீழ்ப்பகுதி சுட்டிக்காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு குவியத்தின் உயரும் பகுதியின் மையமே, அக் குவியத்தின் இழுதிறப் பருமனாகக்கொள்ளப்பட வேண்டும்.

இழுதிறப்பருமன்களுக்கும் உள்ளிட, வெற்றிடப் பருமன்களுக்கும் இடையிலான தொடர்பைப் பின்வருமாறு உருவாக்கலாம்:

துளைப்பருமனைவிட மூலக்கூறின் பருமன் மிகப் பெரிதாக இருப்பின், அம் மூலக்கூறினை வெளியேற்றத் தேவையான இழுதிறப்பருமன் (V_e), கலத்தின் வெற்றிடப் பருமனுக்குச் சமமாகும். இதைப் பின்வருமாறு குறிப்போம்:

$$V_e = V_o + (0{\cdot}0 \times V_l) \qquad \text{.... (11·5)}$$

துளையளவைவிட மூலக்கூறுகளின் பருமன் மிகச் சிறியதாக இருப்பின், மூலக்கூறுகளை நகர்த்த வெற்றிட, உள்ளிடப் பருமன்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமான இழுதிறப் பருமன் வேண்டும். எனவே,

$$V_e = V_o + (1{\cdot}0 \times V_l) \qquad \text{... (11·6)}$$

மூலக்கூறுகளின் பருமன் இவ்விரு அளவுகளுக்கு இடைப்பட்டதாக இருப்பின், V_e-ன் மதிப்பும் V_o, $(V_o + V_l)$ ஆகியவற்றுக்கு இடைப்பட்டதாக இருக்கும். எனவே, பொதுவாக, மூலக்கூறுகளைப் பகுப்பதற்கான இழுதிறப் பருமனை, பின்வரும் சமன்பாட்டினால் குறிக்கலாம்:

$$V_e = V_o + (K_D \times V_l) \qquad \text{.... (11·7)}$$

இங்கு, K_D-ன் மதிப்பு, மிகப்பெரிய மூலக்கூறுகளுக்கு 0·0 என்ற மதிப்பிலிருந்து மிகச்சிறிய மூலக்கூறுகளுக்கு 1·0 என்ற மதிப்புவரை மாறுபடக்கூடும்.

களிம வடிப்பில், K_D-ன் மதிப்பு 1·0-க்குமேல் பெரும்பாலும் இருப்பதில்லை மூலக்கூறுகளின் K_D மதிப்பு 1·0 ஐ விடக் கூடினால், அம் மூலக்கூறுகள் களிமத்தின் உட் பரப்பில் கவரப் படுகின்றன என்பது பொருள். மிகச்சிறிய மூலக்கூறுகளே, இப் பண்பைப் பெற்றுள்ளன.

11·1·4 கலவைப் பகுப்பு

இரு மூலக்கூறுகளின் பங்கீட்டு எண்கள், முறையே, K_{D_1}, K_{D_2} எனவும், அவற்றின் இழுதிறப்பருமன்கள் V_{e_1}, V_{e_2} எனவும் கொள்வோம். சமன்பாடு 11·7-ஐப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம் :

$$V_{e_1} = V_o + K_{D_1} V_i \quad \text{.... (11·8)}$$

$$V_{e_2} = V_o + K_{D_2} V_i \quad \text{.... (11·9)}$$

$$\therefore \Delta V_e = (K_{D_1} - K_{D_2}) V_i \quad \text{.... (11·10)}$$

ΔV_e அளவைவிட அதிகமான பருமனளவு கலவைய ஒரே முறையில் பகுக்க முயன்றால், குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்துவிடும். எனவே, பகுக்கப்படும் கலவையின் அளவு ΔV_e ஐ விடக் குறைவாக இருக்கவேண்டும்.

களிமத் துகளளவு, நிறப்பகுப்பில் குவியப் பரவலுடன் தொடர்புடையதாகும். துகளளவு மிகப் பெரிதாக இருந்தால், கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் சரிவரப் பங்கிடடையாது குவியங்கள் பரவக்கூடும். துகளளவு மிகச் சிறியதாக இருந்தால், நிறப்பகுப்பின் வேகம் குறையும்.

கரைப்பானின் நகர்வேகம் மிக அதிகமாக இருக்கக்கூடாது. சாதாரணமாக, ஒரு மணிக்கு 7-10 மி.லி. கரைப்பான் நகரும் வகையில், களிம வடிப்புக் குழல்கள் அமைக்கப்படுகின்றன.

பங்கீட்டு எண்கள், பிற நிறப்பகுப்புகளைப் பாதிப்பதைப் போல், இம் முறையில் அவ்வளவாகப் பாதிப்பதில்லை. மேலும், கரைப்பான் நகரும் வேகம், வெப்பநிலை போன்ற பண்புகள் K_D-ன் மதிப்புகளைப் பெரும்பாலும் பாதிப்பதில்லை. ஆனால், களிமத்தின் அமைப்பு, மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு ஆகியன K_D-ன் மதிப்புகளைப் பாதிக்கின்றன. இப் பண்பு, களிம வடித்தல் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுவதற்கு ஒரு முக்கியக் காரணமாகும்.

11·2 களிம வகைகள்

11·2·1 களிமத்தின் பண்புகள்

களிம வடித்தல் முறையில், பகுக்கப்படும் திறன் களிமத்தின் துளையமைப்பைப் பொறுத்தே மாறுபடுகிறது. களிமத்தின் துளையளவு, களிமம் தயாரிக்கும் முறையைப் பொறுத்தும், களிமம் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் பொருளைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகிறது. பிறப்பகுப்பிற்கான களிமங்களை உருவாக்கும் தயாரிப்பாளர்கள், அவை தயாரிக்கப்படும் முறையை விரிவாக விளக்குவதில்லை. களிமங்களின் துளையளவும் பெரும்பாலும் குறிக்கப்படுவதில்லை. துளையளவை எளிதில் அளந்தறிய முடியாததே இதற்கான காரணமாகும்.

களிமங்களின் பகுப்புத்திறன், பெரும்பாலும், களிம நீரேற்புத்திறனைக் (swelling capacity of the gel) கொண்டே மதிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு கிராம் எடையுள்ள களிமம், எத்தனை கிராம் எடையுள்ள நீரை ஏற்று விரிவடைகிறதோ, அந்த அளவே அக் களிமத்தின் நீரேற்புத்திறன் எனப்படுகிறது. நீரேற்புத்திறன் மிகுந்த களிமம், அதிகம் விரிவடையக்கூடியதாகும். இதனால், அக் களிமத்தின் துளையளவும்கூடும். எனவே, அதில் பகுக்கப்படக்கூடிய மூலக்கூறுகளின் எடையும் கூடும்.

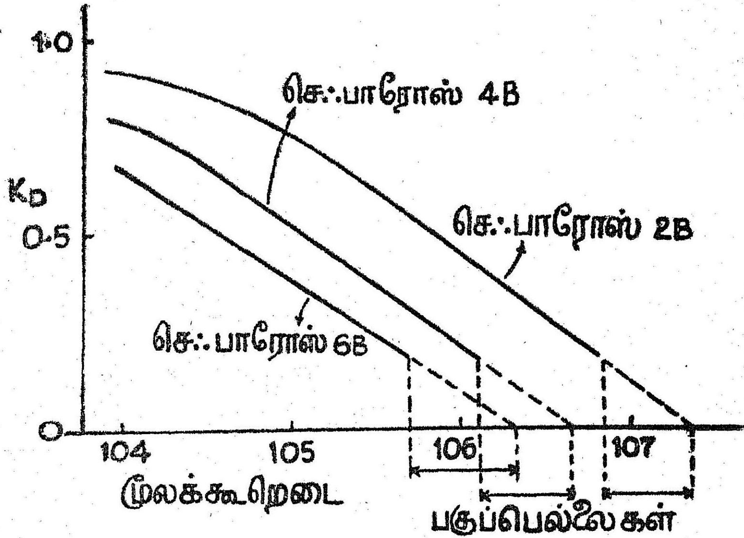
படுகைப் பருமன் (bed volume) என்பது, ஒரு கிராம் எடையுள்ள நீரற்ற களிமம் (dry gel), பிறப்பகுப்புக் குழலில் சராசரியாக அடைத்துக்கொள்ளும் பருமனாகும். இதுவும் நீரேற்புத்திறனைப் போன்று களிமத்தின் பகுப்புத்திறனைக் காட்டும் பண்பாகும். படுகைப் பருமன் கூடக்கூட, பகுக்கப்படக் கூடிய மூலக்கூறுகளின் எடையும் கூடும்.

பகுப்பெல்லை (exclusion limit) என்பது, குறிப்பிட்ட களிமத்தால் பகுக்கப்படக்கூடிய மூலக்கூறுகளின் உச்ச மூலக்கூறு எடையின் (maximum molecular weight) மதிப்பாகும். துளையளவுகள் தம்முள் சிறிதளவு வேறுபடலாம். பகுக்கப்படும் மூலக்கூறுகளின் வடிவங்களும் நீண்டோ, அல்லது உருண்டையாகவோ அமையலாம். இவ்விரு பண்புகளும், பகுப்பெல்லையைப் பாதிக்கக்கூடிய பண்புகளாகும்.

பகுப்பெல்லை, பின்வருமாறு கணிக்கப்படுகிறது:

மூலக்கூறு எடை தெரிந்த சில சேர்மங்கள், தனித்தனியாகக் குழலில் செலுத்தப்பட்டு, அவற்றின் K_D மதிப்புகள்

அறியப்படுகின்றன. பின்னர், இவ்விரு பண்புகளையும் தொடர்பு படுத்தும் படம் ஒன்று வரையப்படுகிறது. (படம் 11·4 காண்க. இப் படத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள செஃபாரோஸ் களிமங்களைப்பற்றி அடுத்த பகுதியில் காணலாம்).



படம் 11·4. பகுப்பெல்லையைக் கணிக்கும் முறை: செஃபாரோஸ் களிமங்களின் பகுப்பெல்லைகள்

K_D-ன் மதிப்பு, 0·0 வரை எந்த மூலக்கூறுக்கும் வருவதில்லை. எனவே, வரைகோட்டின் கீழ்ப்பகுதி நீட்டிவிடப்படுகிறது (படம் 11·4). இப் பகுதியுடன் தொடர்புடைய மூலக்கூறு எடையே, பகுப்பெல்லையாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. மூலக்கூறின் வகையைப் பொறுத்தும், பகுப்பெல்லை மாறுபடலாம். எனவே, பகுப்பெல்லை, வெவ்வேறு வகை மூலக்கூறுகளுக்கும் தனித் தனியே குறிக்கப்படுகிறது.

நீர்விழை களிமம், நீர்விலக்கு களிமம் என நிறப்பகுப்புக் களிமங்களைப் பகுக்கலாம். நீர்விழை களிமங்களுக்கு (hydrophilic gels) சில எடுத்துக்காட்டுகள்: செஃபாடெக்ஸ் G, பயோஜெல் P, செஃபாரோஸ், பயோஜெல் A. நீர்விலக்கு களிமத்திற்கு (hydrophobic gel) எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்டைரோஜெல் styrogel) குறிப்பிடலாம். இவைபற்றி, இனி தனித்தனியே ஆராய்வோம்.

11·2·2 செஃபாடெக்ஸ்

செஃபாடெக்ஸ் (Sephadex) என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட நிறுவனத்தால் (Pharmacia Fine Chemicals AB, Uppsala, Sweden) தயாரிக்கப்படும் களிம வகையாகும். சர்க்கரை (sucorse) கரைசலுடன், லூகோமோஸ்டோக் (Leucomostoc) இன பாக்டீரியாவைக் கலந்து, இவ்வகைக் களிமங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. குறுக்கு இணைப்பிற்கு (cross linking), எபி-குளோர்ஹைட்ரின் (epi-chlorhydrin) பயன்படுத்தப்படுகிறது. களிம நீரேற்புத்திறன், ஒவ்வொரு களிமத்தின் பெயருக்கருகில் உள்ள எண்ணால் குறிக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, செஃபாடெக்ஸ் G-10 என்னும் களிமத்தின் நீரேற்புத்திறன் 1·0 ஆகும். பலவகை செஃபாடெக்ஸ் களிமங்களும், அவற்றின் பண்புகளும் பட்டியல் 11·1-ல் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

பட்டியல் 11·1 : செஃபாடெக்ஸ் நீர்விழை களிமங்கள்

செஃபாடெக்ஸ் வகை	நீரேற்புத் திறன் (மி.லி./கி.)	படுகைப் பருமன் (மி.லி./கி.)	பகுப்பெல்லை மூலக்கூறு எடை	
			புரோட்டீன்கள் (proteins)	பாலிசாக்கரைடுகள் (polysaccharides)
G— 10	1·0	2·5	700 வரை	700 வரை
G— 15	1·5	3·0	1,500 வரை	1,500 வரை
G— 25	2·5	5·0	1,000— 5,000	100— 5,000
G— 50	5·0	10·0	1,500— 30,000	500— 10,000
G— 75	7·5	13·5	3,000— 70,000	1,000— 50,000
G—100	10·0	17·5	4,000—150,000	1,000—100,000
G—150	15·0	25·0	5,000—400,000	1,000—150,000
G—200	20·0	35·0	5,000—800,000	1,000—200,000

புரோட்டீன்கள் வட்டவடிவானவை. எனவே, ஒவ்வொரு வகைக் களிமத்தின் புரோட்டீன் பகுப்பெல்லையும், அதன் பாலிசாக்ரைடு பகுப்பெல்லையைவிட அதிகமாக உள்ளது (பட்டியல் 11·1).

11·2·3 பயோஜெல்-P

அக்ரிலமைடு (acrylamide), N-N'-மெத்திலீன்-பிஸ் அக்ரிலமைடு (N-N'-methylenebis-acrylamide) ஆகிய இரண்டு பொருள்களையும் கலந்து பலபடியாக்குவதன்மூலம், பயோஜெல்-P (Bio-Gel-P) தயாரிக்கப்படுகிறது (Bio-Rad Laboratories, Richmond, California). இக் களிமத்தின் பண்புகள் பல வகைகளில் சேஃபாடெக்ஸின் பண்புகளை ஒத்துள்ளன. இக் களிமத்தின் வகைகளையும், அவற்றின் பகுப்பு எல்லைகளையும் பட்டியல் 11·2-ல் காண்க.

பட்டியல் 11·2 பயோஜெல்-p நீர்விழை களிமங்கள்

பயோஜெல் வகை	நீரேற்புத் திறன் (மிலி. / கி.)	படுகைப் பருமன் (மிலி. / கி.	பகுப்பெல்லை மூலக்கூறு எடை (பாலிசாக்கரைடுகள்)
P — 2	1·5	4·0	200 — 2,600
P — 4	2·5	6·0	500 — 4,000
P — 6	3·5	9·0	1,000 — 5,000
P — 10	4·5	12·5	5,000 — 17,000
P — 30	5·5	15·0	15,000 — 20,000
P — 60	7·0	19·0	30,000 — 70,000
P — 100	7·5	19·0	40,000 — 100,000
P — 150	9·0	24·0	50,000 — 150,000
P — 200	14·5	34·0	80,000 — 300,000
P — 300	18·0	40·0	100,000 — 400,000

பட்டியல் 11·2-ல், பாலிசாக்கரைடுகளுக்கு மட்டுமே பகுப்பெல்லை குறிக்கப்பட்டிருப்பதால், இவற்றை மட்டுமே பகுக்க இயலும் எனக் கருதக்கூடாது. இவற்றுக்குரிய பகுப்பெல்லைகள் மட்டுமே துல்லியமாகக் கிடைக்கின்றன. எனவே, அவை இங்குத் தரப்பட்டுள்ளன.

11·2·4 அகாரோஸ் களிமங்கள்

அகாரோஸிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் களிமங்களின் பகுப்பெல்லை மேலும் அதிகமாகும். அகார் (agar) களிமத்திலுள்ள அயனிக் குழுக்களையுடைய பகுதியை நீக்கின், அகாரோஸில் (Agarose) கிடைக்கிறது. அகாரோஸில் உள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் (hydrogen bonds) களிமங்களை அமிலம், வெப்பம், உயிரியல் மூலக்கூறுகள் முதலியன பாதிக்காமல் காப்பதுடன், துளையளவையும் பெரிதாக்குகின்றன. தயாரிக்கப்படும் களிமத்தில் சேர்க்கப்படும் அகாரோஸின் விகிதத்தைப் பொறுத்தே பகுப்பெல்லை மாறுபடுகிறது.

செஃபாடெக்ஸ் நிறுவனத்தினர், செஃபாரோஸ் (sepharose) என்னும் பெயரிலும், பயோஜெல் நிறுவனத்தினர் பயோஜெல்·A என்னும் பெயரிலும் அகாரோஸ் வகைக் களிமங்களைத் தயாரிக்கின்றனர். இவ்விரு களிம வகைகளின் பண்புகளையும் பட்டியல் 11·3 தெளிவாக்குகிறது.

பட்டியல் 11·3

அகாரோஸ் வகைக் களிமங்கள்

செஃபாரோஸ் வகை	பயோஜெல்-A வகை	அகாரோஸ் செறிவு (%)	பகுப்பெல்லை மூலக்கூறு எடை
—	10	0·5 m	< 10,000 — 500,000
—	8	1·5 m	10,000 — 1,500,000
—	6	5·0 m	10,000 — 5,000,000
6B	6	—	50,000 — 1,500,000
—	4	15·0 m	40,000 — 15,000,000
4B	4	—	300,000 — 3,000,000
—	2	50·0 m	100,000 — 50,000,000
2B	2	—	2,000,000 — 25,000,000
—	1	150·0 m	1,000,000 — >150,000,000

பட்டியல் 11·3-ல், செஃபாரோஸ் வகைக்கான பகுப்பெண்கள் நீள்வடிவ (linear) மூலக்கூறுகளைக் கொண்டும், பயோஜெல்-A வகைக்கான பகுப்பெண்கள் உருண்டை (globular) வடிவ மூலக் கூறுகளைக் கொண்டும் கணிக்கப்பட்டதாகும்.

11·2·5 பிற களிமங்கள்

இது வரை விவரிக்கப்பட்ட களிமங்களில் நீரையே கரைப்பானகப் பயன்படுத்த வேண்டும். நீர் தவிர்த்த பிற கரைப்பான்களில் மட்டுமே கரையக்கூடிய மூலக்கூறுகளைப் பகுத்தெடுக்க, பிற கரைப்பான்களிலும் பயன்படுத்தக்கூடிய களிமங்கள் தேவையாகும்.

செஃபாடெக்ஸ் களிமம் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் டெக்ஸ்ட்ரான் களிமத்தில் உள்ள ஹைட்ராக்சில் குழுக்களை, மெத்திலேஷன் (methylation), அசைலேஷன் (acylation) முதலிய முறைகளில் செயலிழக்கச் செய்வதன் மூலம், பிற கரைப்பான் களையும் ஏற்று விரிவடையக்கூடிய களிமங்களைத் தயாரிக்கலாம். இப்பண்புகளை உடைய களிமம் ஒன்றை, செஃபாடெக்ஸ் G-25 என்ற களிமத்திலிருந்து தயாரித்துள்ளனர். அதற்கு, செஃபாடெக்ஸ்-LH-20 என்று பெயர். இக் களிமத்தின் கரைப்பான் ஏற்புத்திறனையும் (solvent regain) படுகைப் பருமனையும் பட்டியல் 11·4-ல் காண்க.

பட்டியல் 11·4

செஃபாடெக்ஸ்—LH-20 களிமத்தின் கரைப்பான் ஏற்புத்திறன்

கரைப்பான்	கரைப்பான் ஏற்புத்திறன் (மி.லி./கி.)	படுகைப் பருமன் (மி.லி./கி.)
டைமெத்தில் ஃபார்மமைடு (DMF) (dimethyl formamide)	2·2	4·0 — 4·4
தண்ணீர்	2·1	4·0 — 4·4
மெத்தனால்	1·9	3·9 — 4·3
எத்தனால்	1·8	3·7 — 4·0
குளோரோஃபாம்	1·6	3·5 — 3·8
n–பியூட்டனால்	1·6	3·5 — 3·8
டெட்ராஹைட்ரோஃப்யூரன் (tetrahydrofuran) (THF)	1·4	3·3 — 3·6
எத்தில் அசிட்டேட்	0·4	1·6 — 1·8
டொலுவின்	0·2	1·5 — 1·6

நீர்விலக்குக் களிமங்கள் (hydrophobic gels) தயாரிக்க, பெரும்பாலும், ஸ்டைரீன் மூலக்கூறுகளை டைவினைல் பென்சீன் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டு பலபடியாக்கிக் கிடைக்கும் களிமங்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை, ஸ்டைரோஜெல் (styrogel) தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் டைவினைல் பென்சீனின் அளவைப் பொறுத்துத் துளை அளவும், பகுப்பெல்லையும் வேறுபடும். 40,000,000 மூலக்கூறு எடை வரை பகுப்பெல்லையுடைய 'ஸ்டைரோஜெல்' களிமங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

11·2·6 தகுந்த களிமத்தைத் தேர்வு செய்தல்

மூலக்கூறு எடை அதிகமுள்ள புரோட்டீன்கள், நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் முதலியவற்றைப் பகுக்க, களிம வடித்தல் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மூலக்கூறு எடை வேறுபாடு மிகுந்த கலவைகளைப் பகுக்க இம்முறை ஏற்றது. ஆனால், வேதிப் பண்பு வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு, இம்முறையில் கலவைகளைப் பகுக்க முடியாது.

மூலக்கூறு எடைக்கு ஏற்றவாறு, களிமம் தேர்ந்து எடுக்கப்படவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, 10,000 - 30,000 மூலக்கூறு எடையுள்ள கலவை ஒன்றைப் பகுக்க, செஃபாடெக்ஸ் G-50 தகுந்தது என்பதைப் பட்டியல் 11·1 காட்டுகிறது.

குறிப்பிட்ட மூலக்கூறு எடைக்கு மேற்பட்ட மூலக்கூறுகளை முற்றும் பகுத்துவிட வேண்டுமானால், அதற்குத் தகுந்த பகுப்பெல்லை உடைய களிமத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, 5000 மூலக்கூறு எடைக்கு மேற்பட்ட மூலக்கூறுகளைப் பகுக்க, செஃபாடெக்ஸ் G-25 பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நீர் விலக்குக் கரைப்பானில் கரைந்துள்ள மின்துருவத் தன்மையற்ற மூலக்கூறுகளைப் பகுக்க, நீர் விலக்குக் களிமங்களையே பயன்படுத்த வேண்டும்.

களிமத்தின் துகள் அளவுகளே, பிறப்புருப்பின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஒவ்வொரு களிம வகையும், பல்வேறு துகளளவுகளில் கிடைக்கிறது. தேவையான வேகத்திற்கு ஏற்ற துகளளவுள்ள களிமங்களைத் தேர்வு செய்யலாம். துகளளவு குறையக் குறைய, வேகம் குறைவதுடன் குவியப்பரவலும் குறையும் என்பது வெளிப்படை.

11·3 செய்முறைகள்

களிம வடித்தலின் செய்முறைகள், பெரும்பாலும், குழல் நிறப்பகுப்பைப் போன்றதேயாகும். களிம வடித்தலில் பயன்படுத்தப்படும் சில முக்கிய செய்முறைகளைப் பற்றி மட்டும் இங்குச் சிறிதளவு ஆராயலாம்.

11·3·1 களிம நீரேற்றம்

களிமங்கள், துகள் வடிவில் கிடைக்கின்றன. இவை, குழலில் நிரப்பப்படுமுன், நீரேற்றம் செய்யப்படவேண்டும். களிம நீரேற்புத் திறன் தெரியுமாதலால், தேவையான அளவு நீரை எளிதில் கணிக்கலாம். களிம நீரேற்றம் செய்யப்படும் போது, கலவையின் பாகுத்தன்மை (viscosity) குறைவாக இருப்பதற்காக, தேவைக்கு அதிகமான நீரை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். களிமம் விரியும் போது, துகள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைந்துவிடாதிருக்க, 0·1 M முதல் 1·0 M வரையிலான உப்புக் கரைசல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

களிமங்களில், சில துகள்கள் மிகச் சிறிய அளவுள்ளனவாக இருக்கலாம். இவை விரைவில் விரிவடைவதில்லை. எனவே, மூன்று அல்லது நான்கு முறை விரிவடைந்த களிமத்திலிருந்து மேலேயுள்ள கரைசலை நீக்கிவிடவேண்டும். களிமம் விரிவடைவதற்கு ஆகும் நேரம், களிம வகையைப் பொறுத்து மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக, செஃபாடெக்ஸ் G-10 நீரேற்றமடைய, அறை வெப்பநிலையில் 3 மணி நேரமாகிறது. செஃபாடெக்ஸ் G-200, 3 நாள்கள் எடுத்துக்கொள்கிறது. சில களிமங்களின் நீரேற்ற நேரங்களைப் (swelling times) பட்டியல் 11·5 காட்டுகிறது.

பட்டியல் 11·5 களிமங்களின் நீரேற்ற நேரங்கள்

எண்	களிம வகை	நீரேற்ற நேரம்	
		அறை வெப்பநிலை	கொதி நீரில்
1.	செஃபாடெக்ஸ் G—10, G—15, G—25, G—50	3 மணி	1 மணி
2.	பயோஜெல P—30, P—60	12 மணி	2 மணி
3.	செஃபாடெக்ஸ் G—75	24 மணி	3 மணி
4.	பயோஜெல் P—200, P—300	2 நாள்	4 மணி
5.	செஃபாடெக்ஸ் G—100, G—150, G—200	3 நாள்	5 மணி

கொதிக்கும் நீரில், நீரேற்ற நேரம் மிகவும் குறையும் என்பதைப் பட்டியல் 11·5 காட்டுகிறது. ஆனால், இம் முறையில் களிமம் சிதைவடையாமல் கட்டுப்படுத்துவது அவசியமாகும்.

11·3·2 குழல்களை நிரப்புதல்

களிமவடிப்பு முறையில், ஒருமுறை நிரப்பப்பட்ட குழலைப் பல தடவைகள் கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுத்த முடியும். எனவே, குழல்களில் களிமத்தை நிரப்புவதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தவேண்டும். நிறப்பகுப்புக் குழல் செங்குத்தாக இருக்கிறதா என்பதை முதலில் உறுதி செய்துகொள்ள வேண்டும். கண்ணாடி இழை முதலியவற்றால், குழலை அடைத்த பின் கரைப்பானை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். பின்னர், விரிவடைந்த களிமக் கரைசலை நன்கு கலக்கி, மேலிருந்து ஊற்றவேண்டும். களிமம் படியப்படிய, நீரை வெளியேற்றி விட்டு, களிமக் கலவையை மேலும் இட்டுக் குழலை நிரப்பலாம். களிம வடிப்பில், குழலின் உயர அகல விகிதம் 10 : 1 முதல் 20 : 1 வரை இருக்கலாம். நுண்துளைத் தகடு முதலியவற்றால் குழலின் மேற்புறத்தை மூடலாம்.

11·3·3 கலவையை இடுதலும் பகுத்தலும்

குழல் படுகைக்கு மேலுள்ள கரைசல் நீக்கப்பட்டுச் சரியாகப் படுகைத் தளத்திற்கு வரும்போதே, கலவை இடப்படவேண்டும். கலவைப் பருமன், படுகைப் பருமனில் 20%-க்குக் குறைவாக இருப்பது நலம். முதலில், மூலக்கூறுகளின் K_D மதிப்புகள் கண்டறியப்பட்டு, சமன்பாடு 11·10 மூலம் ΔV_e மதிப்பைக் கணக்கிட்டு, அதற்கும் குறைவான பருமனளவு கலவையை இட்டு, கலவையைப் பகுக்கலாம்.

புரோட்டீன் போன்ற பெருமூலக்கூறுகளிலிருந்து சிறிய மூலக்கூறுகளைப் பகுக்க, செஃபாடெக்ஸ் G-25 போன்ற களிமங்கள் போதுமானவையாகும். இவற்றில் கரைப்பான் நகரும் வேகம் அதிகம். ஆனால், கடினமான நிறப்பகுப்புகளில் செஃபாடெக்ஸ் G-200 போன்ற களிமங்கள் பயன்படுத்தப்படும் போது, கரைப்பான் நகரும் வேகத்தைக்கூட்ட, காற்றழுத்தம் அதிகரிக்கப்பட வேண்டியிருக்கும்.

11·3·4 கண்டறியும் முறைகள்

களிம வடிப்பில் பகுத்தெடுக்கப்படும் மூலக்கூறுகளில் பெரும்பாலானவை, எளிதில் கிடைக்கக் கூடியவையல்ல

இவற்றைக் கண்டறிய, வேதியியல் கண்டறி முறை போன்ற சிதைவு முறைகளைப் பயன்படுத்துவது ஏற்றதல்ல. மாறாக uv-ஒளி முறை போன்ற சிதையா முறைகளே, கண்டறியும் முறைகளாகக் கையாளப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, புரோட்டீன் மூலக்கூறுகள் 280 mμ அலையில் ஒளிக்கவர்ச்சி (absorption) அடைகின்றன. 260 mμ அலையில், நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் ஒளிக்கவர்ச்சி அடைகின்றன. இப் பண்புகளைப் பயன்படுத்தி, இவ்விருவகை மூலக்கூறுகளையும் கண்டறியலாம்.

11·4 மென்படல களிம வடித்தல்

களிம நிறப்பகுப்பு, பெரும்பாலும், குழல் நிறப்பகுப்பாகவே வளர்ந்து வந்துள்ளது. ஆனால், அண்மையில் மென்படலக் களிமவடிப்பு நிறப்பகுப்பு (thin-layer gel permeation chromatography) விரைவாக வளர்ந்து வருகிறது. இம் முறை, களிம வடிப்பின் கோட்பாடுகளையும், மென்படல நிறப்பகுப்பின் செய் முறையையும் அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். இவைபற்றி, முந்திய அத்தியாயங்களில் (8,11) விளக்கப்பட்டுள்ளது. இம் முறைக்கே உரிய சில குறிப்புகளை மட்டும் இங்குக் காணலாம்.

11·4·1 களிமம்

குழல் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் களிமங்கள் அனைத்தையும், மென்படல முறையிலும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால், மென்படல நிறப்பகுப்பில், களிமங்களின் துகள் அளவு (particle size), சற்றுச் சிறியதாக (10—40μ) அமைய வேண்டும். மற்றும், செஃபாடெக்ஸ் G-10, G-15, G-20 போன்ற நீரேர்புத் திறன் குறைந்த களிமங்கள், எளிதில் மென்படலமாகப் பரவுவதில்லை. குழல் நிறப்பகுப்புக்குத் தேவையான களிமங்களைத் தயாரிக்கும் நிறுவனங்கள், அதே வகையில் மென்படல நிறப்பகுப்பிற்கான களிமங்களையும் தயாரிக்கின்றன.

11·4·2 மென்படலங்களைத் தயாரித்தல்

மென்படலத்தை உருவாக்கத் தேவைப்படும் குழம்பைத் தயாரிக்க, 100 மி·லி. தண்ணீருடன் ஒவ்வொரு வகைக் களிமத்தையும் வெவ்வேறு அளவு இடவேண்டி வரும் (பட்டியல் 11·6 காண்க). கலவை நீரேற்றமடையத் தேவையான நேரங்கள் பட்டியல் 11·5-ல் உள்ளவையே ஆகும். குழம்பைத் (slurry) தகட்டில் பரப்ப, வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் முறையே கையாளப்படுகிறது. ஆனால், மென்படலத் தகடுகள் காய்ந்து

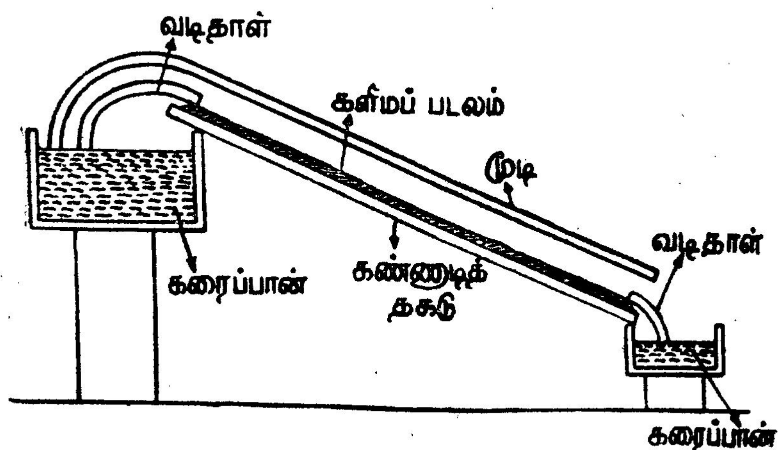
போகாமலிருக்க, அவை ஈரமுள்ள அறையில் வைக்கப்படுகின்றன.

பட்டியல் 11·6 செ∴பாடெக்ஸ் குழம்பு தயாரித்தல்

செஃபாடெக்ஸ் களிம வகை	களிம எடை (கி./100 மி.லி. நீர்)
G— 50	10·5
G— 75	7·5
G—100	6·5
G—150	4·8
G—200	4·5

11·4·3 கலவையை இடுதலும், பகுத்தலும்

வழக்கமான முறைகளிலேயே, நிறப்பகுப்பிற்கான கலவை இடப்படுகிறது. 20-30° சாய்வாகத் தகடு வைக்கப்பட்டு, கரைப்பான் மேலிருந்து கீழாகக் தொடர்ந்து செல்லும்படி அமைக்கப்படுகிறது. இதற்கான கருவியமைப்பைப் படம் 11·5 சுட்டிக்காட்டுகிறது. மென்படலத் தகட்டின் மேற்புறத்திற்குக் கலத்திலிருந்து தாள் வழியே கரைப்பான் வருவதையும்,



படம் 11·5 மென்படலக் களிம நிறப்பகுப்பு

தகட்டின் கீழிருந்து மற்றொரு தாள் வழியே கரைப்பான் மற்றொரு கலத்திற்குச் செல்வதையும் படம் 11·5-ல் காணலாம்.

11·5·4 மூலக்கூறு எடையைக் கண்டறிதல்

இம் முறை, முன்பே விளக்கப்பட்டுள்ளது. மூலக்கூறு எடை தெரிந்த மூலக்கூறுகளை முதலில் களிமத்தில் செலுத்தி, K_D மதிப்புகள் கண்டறியப்படுகின்றன. அடுத்து, (K_D × மூலக்கூறு எடை) வரைபடம் உருவாக்கப்படுகிறது. புதிய மூலக்கூறின் K_D மதிப்பு தெரிந்தால், வரைபடத்தைக் கொண்டு அதன் மூலக்கூறு எடையை அறியலாம். மூலக்கூறு எடை மிகச் சிறிதளவே வேறுபடக்கூடிய கலவைகளில், மூலக்கூறு எடைப் பரவலைக் (molecular weight distribution) காட்டும் வரைபடங்களைத் தயாரிக்கவும் இம் முறை பயன்படுகிறது.

11·5·5 புதிய கரைசல்களை உருவாக்குதல்

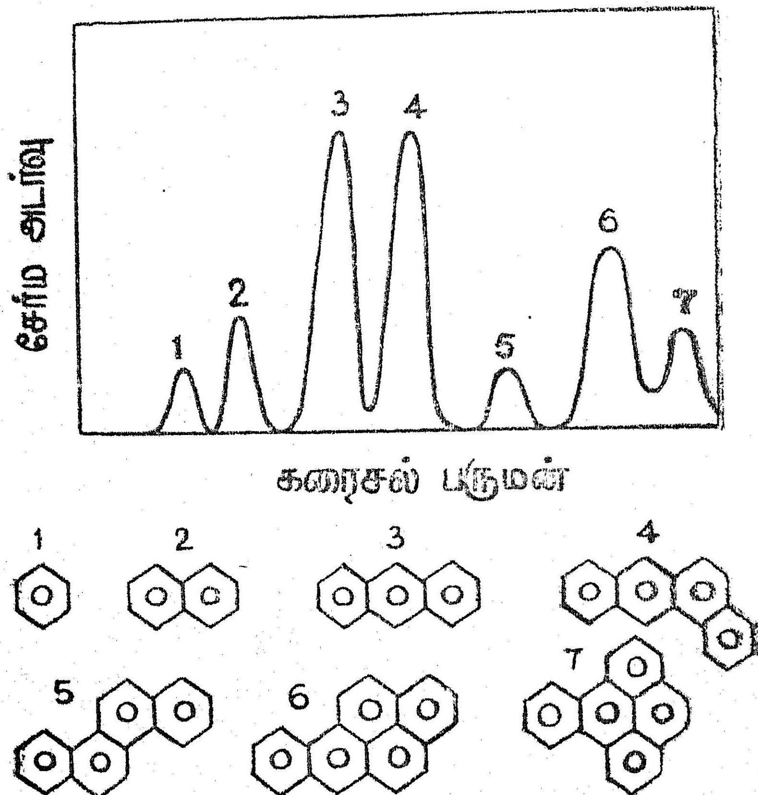
ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைமாறுக் கரைசலில் கரைக்கப்பட்டுள்ள புரோட்டீன்களை, மற்றொரு நிலைமாறுக் கரைசலில் கரைக்க இருப்பதாகக் கொள்வோம். இரண்டாவது கரைசலைக் களிமக் குழலில் நிறைத்துக் கொண்டு, கலவைக் குழலின்மீது இட வேண்டும். பகுப்பின் போது, புரோட்டீன்கள் புதிய கரைசலில் கலந்து வெளியேறிவிடும். இது மற்ற முறைகளை விட எளியதாகும்.

11·6 ஆய்வுகள்

ஆய்வு 11·6·1 வெற்றிடப்பருமனைக் கண்டறிதல்

களிம வடிப்புக் குழலின் உச்சியில், நீர்த்த (diluted) இந்திய மையை (Indian ink) இட்டு, மேலிருந்து நீரை ஊற்றலாம். இந்த மையில் உள்ள கார்பன் துகள்கள் பெரிய அளவுடையன ஆதலால், அவை வெற்றிடத்தின் வழியே கீழிறங்கிவிடும். கறுப்பு வண்ணம் குழலின் அடிப்பாகத்தை அடையும் வரை வெளியேறும் கரைப்பானின் பருமனே களிமக் குழலின் வெற்றிடப் பருமன் (V_o) ஆகும்.

படையில் பகுக்கலாம். இம்முறை இன்று கரிம வேதியியலிலும் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, செஃபாடெக்ஸ் LH-20-ல் பகுக்கப்பட்ட அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களின் வரைபடம் ஒன்றைப் படம் 11'6 சுட்டிக் காட்டுகிறது.



படம் 11 6.
செஃபாடெக்ஸ் LH-20-ல் பகுக்கப்பட்ட அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களின் கலவை.

11·5·3 உட்கூட்டுப் பொருள்கள்

புரோட்டீன் போன்ற மூலக்கூறுகள் தம்முள் உட்கூட்டுப் பொருள்களை உருவாக்கும் தன்மை, புரோட்டீன்களின் தனக் கவர்ச்சிப் பண்பு முதலியவற்றை நிறப்பகுப்பு முறையைக் கொண்டு ஆராயலாம்.

11·5·4 மூலக்கூறு எடையைக் கண்டறிதல்

இம் முறை, முன்பே விளக்கப்பட்டுள்ளது. மூலக்கூறு எடை தெரிந்த மூலக்கூறுகளை முதலில் களிமத்தில் செலுத்தி, K_D மதிப்புகள் கண்டறியப்படுகின்றன. அடுத்து, (K_D × மூலக்கூறு எடை) வரைபடம் உருவாக்கப்படுகிறது. புதிய மூலக்கூறின் K_D மதிப்பு தெரிந்தால், வரைபடத்தைக் கொண்டு அதன் மூலக்கூறு எடையை அறியலாம். மூலக்கூறு எடை மிகச் சிறிதளவே வேறுபடக்கூடிய கலவைகளில், மூலக்கூறு எடைப் பரவலைக் (molecular weight distribution) காட்டும் வரைபடங்களைத் தயாரிக்கவும் இம் முறை பயன்படுகிறது.

11·5·5 புதிய கரைசல்களை உருவாக்குதல்

ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைமாறுக் கரைசலில் கரைக்கப்பட்டுள்ள புரோட்டீன்களை, மற்றொரு நிலைமாறுக் கரைசலில் கரைக்க இருப்பதாகக் கொள்வோம். இரண்டாவது கரைசலைக் களிமக் குழலில் நிறைத்துக் கொண்டு, கலவைக் குழலின்மீது இட வேண்டும். பகுப்பின் போது, புரோட்டீன்கள் புதிய கரைசலில் கலந்து வெளியேறிவிடும். இது மற்ற முறைகளை விட எளியதாகும்.

11·6 ஆய்வுகள்

ஆய்வு 11·6·1 வெற்றிடப்பருமனைக் கண்டறிதல்

களிம வடிப்புக் குழலின் உச்சியில், நீர்த்த (diluted) இந்திய மையை (Indian ink) இட்டு, மேலிருந்து நீரை ஊற்றலாம். இந்த மையில் உள்ள கார்பன் துகள்கள் பெரிய அளவுடையன ஆதலால், அவை வெற்றிடத்தின் வழியே கீழிறங்கிவிடும். கறுப்பு வண்ணம் குழலின் அடிப்பாகத்தை அடையும் வரை வெளியேறும் கரைப்பானின் பருமனே களிமக் குழலின் வெற்றிடப் பருமன் (V_o) ஆகும்.

12. மின் நுண்துளை பகுப்பும் மின் நிறப்பகுப்பும்

மின்னேற்றமடைந்த (charged) துகள்களை இரு மின்வாய்களுக் கிடையில் (eectrodes) வைத்து, மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சுவதாகக் கொள்வோம். தம் மின்னேற்றத்திற்கேற்ப, துகள்கள் நேர் மின்வாயை (anode) அல்லது எதிர் மின்வாயை (cathode) நோக்கியோ நகர்கின்றன. வெவ்வேறு அயனிகளைக் கொண்ட கலவையொன்று இத்தகைய நிலைக்கு உட்படுத்தப்படும் போது, அவ் வயனிகள் தம் எடை, மின்னேற்றம் போன்ற பண்புகளுக்கு ஏற்ப மின்வாய்களை நோக்கி வெவ்வேறு வேகங்களில் நகர்கின்றன. இந்த வேக வேறுபாடு, கலவை பகுக்கப்படக் காரணமாக அமைகிறது. இம் முறையில், கலவை பகுக்கப்படுவதையே, மின் நுண்துளைப் பகுப்பு (electrophoresis) எனப்படுகிறது. இம் முறையை இனி ஆராய்வோம்.

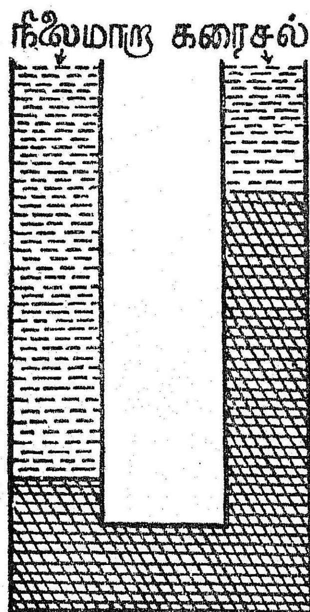
12 1 கோட்பாடுகள்

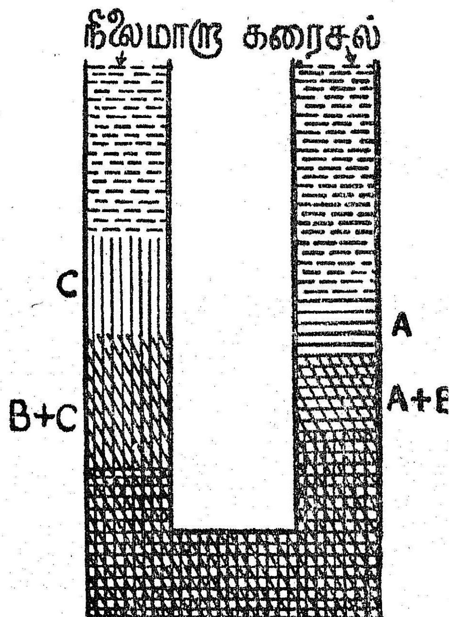
12·1·2 வெளி மின்நுண்துளைப் பரவல் முறை

மின்நுண்துளைப் பகுப்புமுறை, முதன் முதலில் ஒரு வெளி முறையாகவே வளர்ந்து வந்துள்ளது. இம் முறையைப் படம் 12 1 தெளிவாக்குகிறது.

படம் 12·1-ல் இடதுபுற அமைப்பில், A, B, C ஆகிய மூன்று வகை நேர் அடனிகளைக் (cations) கொண்ட கலவையானது ஒரு நிலைமாறு நீர்மக் கரைசலுக்கிடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்வாய்களுக்கிடையில் மின் அழுத்த வேறுபாடு (potential difference) உருவாக்கப்படும்போது, A, B, C ஆகியன எதிர் மின்வாயை நோக்கி வெவ்வேறு வேகங்களில் நகர்கின்றன. இவற்றின் வேகம் C > B > A என இருப்பின், C-ன் குவியம் எதிர் மின்வாய்க்கருகிலும் (cathode) A-ன் குவியம் நேர் மின்வாய்க்கு (anode) அருகிலும் பகுக்கப்பட்டுக் காணபபடுகின்றன. இதைப் படம் 12-ன் வலப்புற அமைப்புச் சுட்டிக்காட்டுகிறது. இப் பகுப்பு முறையில், கலவையானது கரைப்பானுடன் ஒரே

கலத்தில் இடப்பட்டு பகுக்கப்படுவதால், இம் முறை வெளி மின்நுண் துளப்பகுப்பு (free electrophoresis) எனப்படுகிறது.





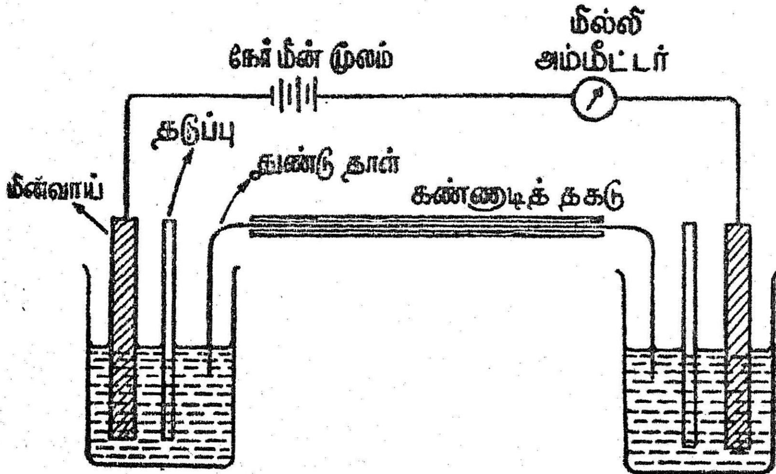
படம் 12·1.
வெளி மின் நுண் துளைப் பகுப்பு (Free electrophoresis)

இம் முறையில், கலவைப் பகுப்பைக் கண்டறிவது எளிதன்று. பெரும்பாலும், ஒளி விலக்கம் (refraction), அடர்த்தி (density) முதலிய பண்புகளைக்கொண்டே, பகுக்கப் பட்ட கலவைகள் கண்டறியப்படுகின்றன. ஆனால், இத்தகைய கண்டறி முறைகளுக்கான கருவியமைப்புகள் சிக்கலானவை. பகுக்கப்படும் கலவைகளில், மிக வேகமாக நகரும் அயனியும் மட்டுமே, தனிபாகக் குவிந்து கிடைக்கின்றன. பிற குவியங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்தே நிற்கின்றன. (படம் 12·1-ல் வலது புறத்தில் C, B + C, A + B, A எனக் குவியங்கள் அமைந் திருப்பதைக் காண்க) இம் முறையில் பகுக்கப்பட்ட குவி யங்கள், நிறப்பகுப்பிற்குப் பின்னர் ஊடுருவல் காரணமாகவும்,

புவி ஈர்ப்பு விசை காரணமாகவும் எளிதில் மீண்டும் கலந்து விடக்கூடும். பகுக்கப்பட்ட கலவைகளைத் தனித் தனியே பிரித்தெடுப்பதும் எளிதன்று. எனவே, வெளி நுண்நுளைப் பகுப்பு இன்று விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

12·1·2 குவிய மின்நுண்துளைப் பகுப்பு

இம் முறையில், கலவையானது தாள் அல்லது களிமம் போன்ற ஒரு தாங்கியில் வைக்கப்பட்டுப் பிறகு பகுக்கப்படுகிறது. பிற பிறப்பகுப்பு முறைகளைப்போல் இம்முறையிலும் பகுக்கப்பட்ட கலவையானது குவியங்களாகக் (zones) கிடைப்பதால், இம் முறை குவிய மின்நுண்துளைப் பகுப்பு (zone electrophoresis) எனப்படுகிறது. இம் முறைக்கான கருவியமைப்பைப் படம் 12·2 காட்டுகிறது.



படம் 12 2. குவிய மின்நுண்துளைப் பகுப்பு (Zone electrophoresis)

இரு நிலைமாறு நீர்மக் கரைசல்களை ஒரு தாளின் இரு முனைகள் தொட்டுக்கொண்டிருக்கின்றன. தாளின் ஒரு முனையிலோ, அல்லது அதன் மையத்திலோ கலவை இடப்படுகிறது. பிறப்பகுப்பின்போது தாளின் மேலுள்ள கரைசல் ஆவியாகிவிடாமல் காக்க, இரு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையில் தாள் அமைக்கப்படுகிறது. நிலைமாறு நீர்மக் கரைசலில் இரு மின்வாய்கள் அமைக்கப்பட்டு, நேர் மின்சாரம் (direct current, DC) செலுத்தப்படுகிறது. மின்சாரம், மின்வாய்களிலிருந்து ஒரு தடுப்பின் (baffle) சிறுதுளை வழியாக நிலைமாறு நீர்மத்தை

அடைந்து, தாள்மூலம் நகர்கிறது. அப்போது, கலவையி லுள்ள அயனிகள் தம் மின்துருவத் தன்மைக்கேற்பத் தாளில் நகர்ந்து பகுப்படைகின்றன. தாள் நிறப்பகுப்பில் கையாளப் படும் கண்டறி, அளவறி முறைகளைக் கொண்டே, பகுக்கப் பட்ட குவியங்கள் கண்டறியப்படுகின்றன.

குவிய மின்நுண்துளைப் பகுப்பைப் பாதிக்கும் பண்புகளையும் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளையும் இனிச் சற்று விரிவாக ஆராயலாம்.

12·1·3 மின்னேற்றம்

மின்துளைப் பகுப்பில், மூலக்கூறுகள் மின்னேற்றமடைந்த வையாக இருக்கவேண்டும் என்பது வெளிப்படை. பல தனிம அயனிகள் தாமே மின்னேற்றமுடையவையாக உள்ளதால், இவை மின்நுண்துளைப்பகுப்பில் எளிதில் பகுக்கப்படுகின்றன. ஆனல், கரிம மூலக்கூறுகள் பெரும்பாலும் மின்னேற்ற மடையாதவை. புரோட்டீன், அமினோ அமிலங்கள் போன்றவை, நிலைமாறு நீர்மத்தின் pH மதிப்பைப் பொறுத்து, அயனிகளாக மாறுகின்றன.

கார்போஹைட்ரேட்டுகள், பாலிஹைட்ரிக் ஃபீனல்கள் (polyhydric phenols) ஆகிய சில கரிம மூலக்கூறுகள் போரேட்டுடன் (borate) கலக்கப்பட்டு, உட்கூட்டுப் பொருள் களாக மாற்றப்படுகின்றன. இவை, மின்னேற்றமுடையவை. ஆதலால், கலவை எளிதில் பகுக்கப் படுகிறது. போரேட் (borate) பயன்படுத்தப்படும்போது, நிலைமாறுக் கரைசலின் pH-மதிப்பு 9-10 ஆக இருத்தல்வேண்டும்.

ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள் ஆகியவை சோடியம் பைசல்பைட்டுடன் சேர்ந்து, மின்னேற்றமுடைய பொருள் களாக மாறுகின்றன. எனவே, இவற்றையும் மின்நுண்துளைப் பகுப்பு முறையில் பகுக்கலாம்.

12·1·4 மின்புலத் திறன்

நிறப்பகுப்புத் தாளின் இரு முனைகளுக்கிடையில் உண் டாக்கப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை (potential difference, E) அத் தாளின் மொத்த நீளத்தால் (D) வகுக்கக் கிடைக்கும் தொகையே, மின்புலத் திறன் (electric field strength, Q) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

$$Q = E/D \quad \dots 12\cdot1$$

மின்னேற்றம் அடைந்த துகள் ஒன்றின் வேகம் (velocity, v), அது உட்படுத்தப்படும் மின்புலத் திறனின் நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$v \propto Q \quad \dots 12{\cdot}2$$

$$v = \mu Q \quad \dots 12{\cdot}3$$

இச் சமன்பாட்டில், μ என்பது நகர்வு (ionic mobility) எனப்படுகிறது. 12·1-ல் உள்ள Q-ன் மதிப்பை, 12·3-ல் பிரதியிட

$$v = (\mu E)/D \quad \dots 12{\cdot}4$$

எனவே, மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கூட்டக் கூட்ட, அயனிகள் வேகமாக நகரும் என்பது தெளிவாகிறது. ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குமேல் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கூட்டினால், தாள் வெப்பமடையும் (12·1·8 காண்க). மற்றும், தாளின் நீளம் குறைந்தால் வேகம் கூடுமெனினும், பகுப்பு தெளிவாக அமையாது.

12·1·5 அயனி நகர்வு

அயனி நகர்வு கூடக்கூட, அயனிகளின் வேகமும் கூடும் என்பதைச் சமன்பாடு 12·3 சுட்டிக் காட்டுகிறது. கரைசலின் அயனித் திறனைப் (ionic strength) பொறுத்து, அயனி நகர்வு மாறுபடும். பூஜ்ய அயனித் திறன் (zero ionic strength) உள்ள கரைசலில், ஓர் அயனியின் உச்ச அயனி நகர்வு (μ_o) பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது :

$$\mu_o = \frac{1{\cdot}602 \times 10^{-12} \times Z}{5 \pi r \eta (f/f_o)} \quad \dots (12{\cdot}5)$$

இச் சமன்பாட்டின்படி, அயனியின் மின்னேற்றம் (Z) கூடக் கூட, அயனி நகர்வு கூடும்; அயனியின் குறுக்கு ஆரம் (radius, r), கரைசலின் நழுவுத் தடை (viscosity, η) ஆகியவை கூடினால், அயனி நகர்வு குறையும். (f/f_o) என்பது அயனியின் உராய்வு விகிதமாகும் (frictional ratio). அயனியானது உருண்டை வடிவில் இருந்தால், (f/f_o)-ன் மதிப்பு 1·00-க்கு அதிகமாக இருக்கும்.

12·1·6 நிலைமாறு நீர்மம்

மூலக்கூறுகளின் அயனியாகும் தன்மை, அவை கரைக்கப்பட்டிருக்கும் கரைசலின் pH மதிப்பைப் பொறுத்து மாறுபாடடையும் என்பது வெளிப்படை. அயனி நகர்வு, மூலக்கூறுகளின் அயனியாக்கத் திறனை (ionizing capacity) சார்ந்ததாகும்.

எனவே, அயனி நகர்வும் கரைப்பானின் pH மதிப்பைப் பொறுத்து மாறுபடும். ஒரு குறிப்பிட்ட pH மதிப்பில், H^+ அயனிகளின் பொதிண்மை, உச்ச அயனி நகர்வு (μ_0), அயனியாக்க மாறிலி (ionization constant, K_a) ஆகியவை பின்வரும் சமன்பாட்டில் தொடர்பு படுத்தப்படுகின்றன :

$$\mu_a = \frac{\mu_o K_a}{[H^+] + K_a} \quad \ldots (12{\cdot}6)$$

இங்கு μ_a என்பது, குறிப்பிட்ட pH மதிப்பில் அயனியின் அயனி நகர்வாகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட pH மதிப்பில் ஒரே அயனி நகர்வைக் கொண்ட இரு கலவை மூலக்கூறுகள், மற்றொரு pH மதிப்பில் வெவ்வேறு K_a மதிப்புகளைக் கொண்டிருப்பதால் வெவ்வேறு μ_a மதிப்புகளைக் கொண்டிருக்கக் கூடும். எனவே, pH மதிப்பை மாற்றுவதன் மூலம், கலவைகள் பகுக்கப்படலாம்.

பெரும்பாலும், நேர் அயனிகள் குறைந்த pH மதிப்புகளிலும், எதிர் அயனிகள் அதிக pH மதிப்புகளிலும் பகுக்கப்படுகின்றன. வலிவிலா அமிலங்களும (weak acids), வலிவிலாக் காரங்களும், முறையே, pH குறைந்த, மிகுந்த நிலைமாறுக் கரைசல்களில் பகுக்கப்படுகின்றன.

உயிர் வேதிப் பகுப்புகளில், நிறப்பகுப்பின் பண்புகளை நிலைமாறுக் கரைசலின் pH மதிப்புப் பெரிதும் பாதிக்கின்றது.

12·1 7 அயனித்திறன்

அயனித் திறனும் (ionic strength), கலவைப் பகுப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு முக்கியப் பண்பாகும். மின் நுண்துளைப் பகுப்பில், பெரும்பாலும் 0·05 முதல் 0·10 வரை அயனித்திறன் உள்ள கரைசல்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அயனித் திறன் இதைவிடக் குறைவாக இருந்தால், கலவைப் பகுப்பு செம்மையாக அமையாது, மாறாக, அயனித் திறன் மிக அதிகமாக இருந்தால், அயனிகள் அதிக மின்சாரத்தைக் கடத்தும். எனவே, மின்னோட்டம் அதிகமாகி மின்சாரச் சேதம் ஏற்படும்.

12·1·8 வெப்பநிலை

வெப்பநிலை உயர உயர, அயனி நகர்வும் கூடுகிறது. எனவே, மின் நுண்துளைப் பகுப்பில், கலவை பகுக்கப்படும வெப்பநிலை

ஒரு முக்கியமான சூழ்நிலையாகும். கலவைப் பகுப்பை மிகுதிப் படுத்த, வெப்பநிலையைக் கூட்டலாம். ஆனால், அதிக வெப்ப நிலையில், கரைபொருள் கலவையோ அல்லது கரைப்பானோ ஆவியாகிவிடாமல் காக்கப்படவேண்டும். இது எளிதன்று. எனவே, பெரும்பாலும் கலவைப் பகுப்பு அறை வெப்பநிலையில் அல்லது அதற்குக் குறைந்த வெப்பநிலையிலதான் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

மின் நுண்துளைப் பகுப்பு நடைபெறும் போது, வெப்பநிலை மாறாதிருக்க வேண்டும். ஆனால், தாளில் மின்சாரம் பாயும் போது, ஒரு மின் தடையாக (resistor) தாள் செயல்படுகிறது. நிறப்பகுப்பில் கையாளப்படும் மின்னழுத்தம் (E), பாயும மின்சாரம் (I) ஆகியவற்றைக் கொண்டு, தாளின் மின்தடை (R)யைக் கணிக்கலாம்.

$$R = \frac{E}{I} \qquad \dots (12{\cdot}7)$$

R-ன் மதிப்புப் பொதுவாக 100,000 ஓம்கள் (ohms) வரை இருக்கும். இந்த மின் தடை, தாளின் வெபபநிலை உயரக் காரணமாக அமைகிறது. இதனால், அயனி நகர்வுகள் வேறுபடுகின்றன. கலவைப் பகுப்பும் பாதிக்கின்றது. இந்த விளைவைத் தடுக்க, பின்வரும் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

(அ) மாறா மின்னழுத்த முறை: கலவைப் பகுப்பின்போது மின்னழுத்தம் மாறாமல இருக்கும்படி கட்டுப்படுத்தி, வெப்ப விளைவை ஒரே சீராக்கலாம். ஆனால, இம்முறையில, வெப்பநிலை கூடக்கூட, I-ன் மதிப்புத் தொடர்ந்து கூடிக்கொண்டே இருக்கும், R-ன் மதிப்புக் குறைந்துகொண்டேவரும். இதனால், நிறப்பகுப்பு ஒரு சமன்பாட்டு நிலையை அடையாது. எனவே மாறா மின்னழுத்த முறை (constant potential method) பெரிதும் கையாளப்படுவதில்லை,

(ஆ) மாறா மின்னோட்ட முறை: இம் முறையில், பகுப்பின் மின்னோட்டம் (current, I) மாறாமல் காக்கப்படுகிறது. இதனால், R-ன் மதிப்புக் குறைந்தால், E-ன் மதிப்பும் குறைந்துவிடுகிறது. எனவே, வெப்பநிலை அதிகம் மாறுபடுவதில்லை. இந்த மாறா மின்னோட்ட முறையே (constant current method) நிறப்பகுப்பில் பெரிதும் கையாளப்படுகிறது.

12·1·9 மின்னாற்பகுப்பு

மின் நுண் துளைப்பகுப்பில் தாளின் வழியே மின்னோட்டம் ஏற்பட வேண்டுமானால், நேர் மின்வாயிலும் எதிர் மின்வாயிலும் மின்னாற்பகுப்பு (electrolysis) ஏற்பட்டாகவேண்டும். மின்னாற்பகுப்பின் விளைபொருள்கள் (products) நிலைமாறு நீர்மத்துடன் கலப்பதால், நிறப்பகுப்பு பாதிக்கப்படலாம். எனவே தான், மின் நுண்துளைப் பகுப்பில் நிலைமாறுக் கரைசல் உள்ள கலங்கள், மின்வாய்களிலிருந்து ஒரு தடுப்புமூலம் பிரிக்கப்படுகின்றன. (படம் 12·2) இத் தடுப்பின் நடுவில் உள்ள துளையில், கண்ணாடி இழைபோன்ற பொருள்கள் வைக்கப்படுகின்றன. இத் துளைகளின் வழியாகவே மின்சாரம் பாய்கிறது.

இந்த முறையிலும், விளைபொருள்கள் நிலைமாறு நீர்மத்துடன் கலப்பதை முற்றும் தடுக்கமுடியாது. எனவே, இதனால், நேரும் விளைவுகளைக் குறைக்க, பாயக்கூடிய மின்சாரத்தால் பகுக்கப்பட்டு உருவாகும் விளைபொருளைவிடச் சுமார் 100 பங்கு அதிக அளவு நிலைமாறுக் கரைசல் கலத்தில் எடுத்துக்கொள்ளப் படுகிறது. இதனால், விளைபொருள்கள் மின் நுண் துளைப் பகுப்பை அதிகம் பாதிப்பதில்லை.

12·1·10 கலவைப்பகுப்பு

அயனி நகர்வு, மின்புலத்திறன், அயனி வேகம் ஆகியவற்றிற்கிடையில் உள்ள தொடர்பை, சமன்பாடு 12·3 காட்டுகிறது. இதனைப் பின்வருமாறு மாற்றி எழுதலாம்.

$$\mu = \frac{v}{Q} \qquad .... (12·8)$$

அயனி நகரும் தூரத்தை (d), அது நகர எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தால் (t) வகுத்தால் அயனி வேகம் கிடைக்கும்.

$$v = d/t \qquad ... (12·9)$$

v, Q ஆகியவற்றின் மதிப்பை, முறையே, 12·9, 12·1-லிருந்து 12·8-ல் பிரதியிட,

$$\mu = \frac{d/t}{E/D} \qquad .... (12·10)$$

$$\therefore \frac{d}{t} = \mu \left(\frac{E}{D} \right) \qquad .... (12·11)$$

$$d = \mu t\,(E/D) \qquad ... (12·12)$$

இரு மூலக்கூறுகள், ஒரே தாளில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் d_1, d_2 ஆகிய தூரங்கள் நகர்வதாகக் கொள்வோம்.

$$d_1 = \mu_2 t \, (E/D) \quad \text{.... (12·13)}$$

$$d_2 = \mu_2 t \, (E/D) \quad \text{... (12·14)}$$

$$(d_2 - d_1) = (\mu_2 - \mu_1) \, t \, (E/D) \quad \text{... (12·15)}$$

எனவே, இரு மூலக்கூறுகளின் அயனி நகர்வுகள் அதிகம் வேறுபட்டால், அவற்றின் குவியங்களும் அதிகம் விலகியிருக்கும். பிற நிறப்பகுப்பு முறைகளைப்போல், இம் முறையிலும் குவியங்கள் பரவக்கூடும். தகுந்த வெப்பநிலை, மின்னழுத்தம் முதலியவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதில், மேலே காட்டப்பட்டுள்ள ஒவ்வொரு பண்பையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும்.

12 2 தாங்கி வகைகள்

12·2·1 தாங்கிகளுக்குத் தேவையான பண்புகள்

மின்நுண்துளைப் பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் தாங்கிகள், ஒரு சமதள அமைப்பையும், ஒரே சீரான துளையமைப்பையும் உடையதாக விளங்கவேண்டும். இடையில் அதிக நீர் தேங்கும் வகையிலான அமைப்புகள் இருக்கக்கூடாது. தாங்கி நீர்மத் துடனோ, கலவை மூலக்கூறுகளுடனோ பங்கிடு, பரப்புக் கவர்ச்சி போன்ற எவ்வித வினையிலும் ஈடுபடக்கூடாது. அதிக மின் தடை அற்றதாக அமைந்திருக்கவேண்டும். மேலும், தாங்கிகள் எளிதில் தயாரித்துக்கொள்ளக்கூடியனவாகவோ அமையவேண்டும். இத் தகைய பண்புகளைக் கொண்ட தாங்கிகளாகத்தான், செல்லுலோஸ் அசிட்டேட், பலவகைக் களிமங்கள் ஆகிய வற்றைக் குறிப்பிடலாம். இவைபற்றித் தனித்தனியாக இனி வரும் பகுதிகளில் ஆராயலாம்.

12·2·2 தாள்

தாள் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் தாள் வகைகள் அனைத்துமே மின்நுண்துளைப் பகுப்பிலும் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. 20 μl (மைக்ரோலிட்டர், 10^{-6} லிட்டர்) வரை கலவையைப் பகுக்க, சாதாரணத் தாள் வகைகள் போது மானவை. மிகைத்தடிப்புத் தாள் (extra-thick paper), 60 μl வரை கலவையைப் பகுக்கப் பயன்படுகின்றன.

அதிகக் கலவையைத் தாங்கிப் பகுக்கக் கூடியதாகத் தாள்கள் விளங்கினாலும், மேலும் அவை எளிதில் கிடைப்பினும், அவற்றின் துளைகள் ஒழுங்கற்றவை, அவற்றில் உள்ள ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் கலவை அயனிகளுடன் வினைபுரிந்து. குவியங்களில் வால்சீட்சி உருவாக வழிவகுக்கின்றன. எனினும், மூலக்கூறு எடை குறைந்த கலவைகளைப் பகுப்பதில் தாள்களே இன்றும் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தாள்களை எளிதில் வெட்டி, நிலைமாறு நீர்மக் கரைசலில் இரு புறமும் தொடுமாறு அமைக்கலாம்.

12·2·3 செல்லுலோஸ் அசிட்டேட்

மின்நுண்துளைப் பகுப்பிற்கெனத் தயாரிக்கப்படும் செல்லுலோஸ் அசிட்டேட் தாள்கள், கிட்டத்தட்ட 1μ (10^{-4} செ.மீ.) குறுக்களவுள்ள ஒருபடித்தான நுண்துளைக் குழல் (capillary tube) அமைப்புடையவை. இவற்றில், அயனிக் குழுக்கள் இன்மையாலும், இவற்றின் மொத்தப் பருமனில் 80% துளைப் பகுதிகளால் நிறைந்திருப்பதாலும், கலவைகள் எளிதில் நகர்ந்து பகுப்படைகின்றன. ஆனால், இத் தாள்கள் மிகவும் மெல்லியன. எனவே, 5 μl கலவைக்குமேல் இவற்றில் பகுக்க ஏலாது. மிகக் குறைந்த அளவிற்கே மின்சாரம் அதிகமாகப் பாய்ந்தால், கரைசல் எளிதில் ஆவியாகி விடக்கூடும்.

செய்முறையைப் பொறுத்தவரை, தாளுக்கும் செல்லுலோஸ் அசிட்டேட்டுக்கும் எவ்வித வேறுபாடும் இல்லை.

12·2·4 களிமத் தாங்கிகள்

களிமங்கள் பல்வேறு துளையளவுகளைக் கொண்டவை. எனவே, தாள் தாங்கிகளைவிடக் களிமத்தாங்கிகள் கலவைகளை மேலும் நன்கு பகுக்கின்றன. ஆனால், களிமத் தாங்கிகளைத் தயாரிப்பது எளிதன்று. இவை, பெரும்பாலும், கண்ணாடித் தகட்டில் மெல்லிய படலங்களாக வார்க்கப்படுகின்றன. தட்டுப் போன்ற (trough) கலத்திலும், களிமங்கள் வார்க்கப்படலாம். கரைப்பானுடன் களிமங்களைத் தொடர்புபடுத்த, களிமங்களின் இரு முனைகளிலும் தாள் வால்கள் (wicks) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கலவை இடவேண்டிய இடத்தில் குழி ஒன்றைத் களிமத்தில் உருவாக்கி, கலவையை நிரப்பலாம்,

நிறப்பகுப்பின்போது, கரைப்பானுடன் களிமம் கரைந்து பரவிவிடாமல் பார்த்துக்கொள்ளவேண்டும். கரைப்பான் ஆவியாவதைத் தடுக்க, படலத்தையே பிளாஸ்டிக் தட்டால் மூடிவிடுவதுண்டு. மின் நுண் துளைப் பகுப்பில் விரிவாகப் பயன் படுத்தப்படும் சில களிமங்களைப்பற்றி இனி ஆராய்வோம்.

12·2·4·1 ஸ்டார்ச் களிமம்

இக் களிமப் படலத்தைத் தயாரிப்பது எளிதன்று. ஆனால். மூலக்கூறு எடை மிகுந்த கலவைகள், இத்தகு களிமத்தில் மிகத் தெளிவாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. 2000-க்கும் குறைந்த மூலக் கூறெடையுடைய கலவைகள், இம் முறையில் பகுக்கப்படுவதே இல்லை.

12·2·4·2 அகார் களிமங்கள்

ஸ்டார்ச் களிமங்களைவிட, அகார் களிமங்களை எளிதில் படலங்களாக மாற்றலாம். ஆனால், இவற்றின் பகுப்புத் திறன் மிகவும் குறைவு.

12·2·4·3 பாலிஅக்ரிலமைடு களிமங்கள்

இந்தக் களிமங்களைப் படலங்களாக நேரடியாகவே, அக்ரிலமைடு, N—N[1] மெதிலின் அக்ரிலமைடு ஆகியவற்றைக் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலந்து தயாரித்துக் கொள்ளலாம். இவற்றின் விகிதத்திற்கேற்பத் துளையளவுகள் மாறுபடும். மிகக் குறைந்த நேரத்தில் கூட (80 நிமிடங்கள்), இக் களிமத்தில் கலவைகள் நன்கு பகுக்கப்படுகின்றன. ஆனால், இவற்றின் மின்தடை மிகக் குறைவு. எனவே, இவற்றின் வெப்பநிலை அதிகம் உயர்ந்து விடாமல் காப்பது இன்றியமையாததாகும்.

12 2·5 தட்டு மின் நுண்துளைப் பகுப்பு

வழக்கமாக, மின்நுண்துளைப் பகுப்புகளில், களிமம் தட்டு வடிவில் தயாரிக்கப்படுகின்றது. ஆனால், மிகச் சிறிய குழல் களில்கூட, பாலி அக்ரிலமைடு களிமங்கள் உருவாக்கப்படலாம். இவற்றில் பகுக்கப்படும் மூலக்கூறுகள், தனித் தனி வட்ட வடிவத் தட்டுகளாகக் (discs) கிடைப்பதால், இந்த நிறப்பகுப்பு முறை தட்டு மின்நுண்துளைப் பகுப்பு (disc electrophoresis) எனப்படுகிறது. இம் முறை, களிமத்தைப் பயன்படுத்தும் மிக எளிய முறையாக விளங்குவதால், அண்மைக் காலத்தில் மிக விரைவாக வளர்ந்து வருகின்றது.

12·3 செய்முறைக் குறிப்புகள்

மின்நுண்துளைப் பகுப்பின் செய்முறை முன்பே (12·1·2) சுருக்கமாக விளக்கப்பட்டது. மின்நுண்துளைப் பகுப்பில் கையாளப்படும் செய்முறைக் குறிப்புகளையும் ஆங்காங்கு விளக்கியுள்ளோம். இம்முறையைச் சுருக்கமாகத் தொகுத்துக் காண்பதே, இப் பகுதியின் நோக்கமாகும்.

12·3·1 கலவையை இடும் முறை

தாங்கியாக, தாள் பயன்படும்போது, தாளின்மேல் பட்டையாகக் கலவை இடப்படும். நேர், எதிர் அயனிகள் கலந்த கலவையைப் பகுக்க, தாளின் மையத்தில் கலவை இடப் படும். நேர் அயனிக் கலவையானது, நேர்மின்வாயை ஒட்டிய தாள் பகுதியிலும், எதிர் அயனிக் கலவையானது எதிர் மின் வாயை ஒட்டிய பகுதியிலும் இடப்படுகிறது. களிமத்தில், ஒரு குழியாக உருவாக்கப்பட்ட களிமப் பகுதியில் கலவை இடப்படும்.

12·3·2 நிலைமாறுக் கரைசல்

நிறப்பகுப்பில் மொத்தம் பாயக்கூடிய மின்சாரத்திற்கு இணையான அடர்வைப்போல் கிட்டத்தட்ட 100 பங்கு அதிக அடர்வுள்ள நிலைமாறுக் கரைசல் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பகுபடும் அயனிகளுக்கேற்ப, கரைசலின் pH மதிப்பு அமையும். (12·1·6). அயனி திறன் 0·05 முதல் 0·10 வரை இருக்கும்.

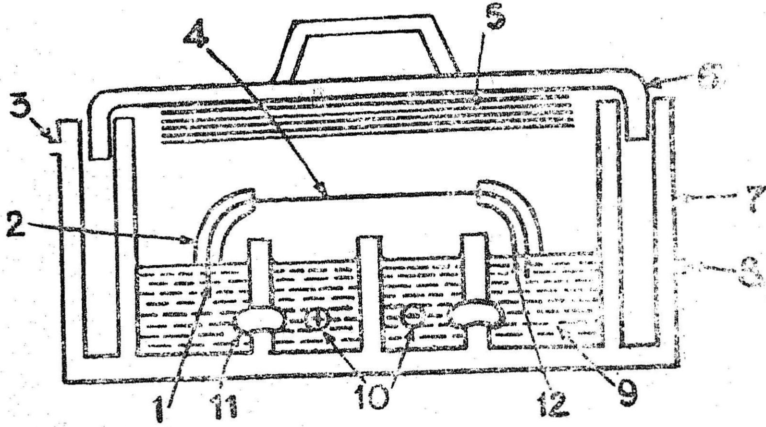
12·3·3 மின்புலத் திறன்

தாள்களில் 10V/செ மீ. அளவு மின்புலத்திறனே பெரும் பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதைவிட அதிக மின்புலத் திறன் கொண்ட மின்நுண்துளைப் பகுப்புகள், மிகை மின் னழுத்தப் பகுப்புகள் (high-voltage electrophoresis) எனப்படு கின்றன. நிறப்பகுப்பின் போது, மின்னழுத்தத்தையோ, மின்சாரத்தையோ கட்டுப்படுத்தலாம். ஆனால், பிந்திய முறையே சிறந்த முறையாகும் (12·1 8).

12·3·4 கலவைப் பகுப்பு

நிறப்பகுப்பின்போது இரண்டு முக்கியக் கட்டுப்பாடுகள் இருக்கவேண்டும். முதலில், தாங்கியில் நகரும்போது கரைப் பான் ஆவியாகிவிடாமல் காக்கவேண்டும். இரண்டாவதாக, தாளில் ஏற்படும் வெப்ப உயர்வை உடனே நீக்க வேண்டும்

இந் நோக்கங்களை நிறைவேற்றும் வகையில் அமைக்கப்பட்ட மின் நுண்துளைப் பகுப்புக் கருவியைப் படம் 12·3 சுட்டிக்காட்டுகிறது.



படம் 12·3.

மின் நுண்துளைப் பகுப்பு—கோன் கலம் (Kohn tank)

1. வடிதாள்
2. தாள் தாங்கி
3. நீர் போக்கி
4. தாள்
5. நுரை இரப்பர்
6. மூடி
7. வெளிக் கலம்
8. நீர் நுழைவு
9. நிலைமாறுக் கரைசல்
10. மின்வாய்கள்
11. பருத்திப் பஞ்சுத் திரி
12. வளைந்த பாகம்

கோன் மின் நுண்துளைப் பகுப்புக்கலம் (Kohn electrophoresis tank) எனப்படும் இக் கருவியில், மின்வாய்கள் கலத்தின் மையப்பகுதியில் உள்ளன. எனவே, தாங்கியின் அடிப்பாகம் முழுமையாக நிலைமாறுக் கரைசலின் ஆவியுடன் சமன்பாடடைகிறது. தாங்கியின் மேற்பரப்பையொட்டி நிறப்பகுப்புக் கலத்தின் மூடி அமைந்துள்ளது. இம் மூடியின் உட்பாகத்தில் உள்ள நுரை இரப்பர் (foam rubber), நிலைமாறுக் கரைசலால் நிறைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்புகள், கரைப்பான் ஆவியாகிவிடாமல் காக்கின்றன.

இக் கலம் முழுவதும், இரட்டைச் சுவர் (double walled) அமைப்பில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இதனுள் நீரைச் சுழலவிடுவதன் மூலம், கலத்தில் உருவாகும் வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகின்றது.

பகுக்கப்பட்ட பின், குவியங்களைக் கண்டறிதல், அளவிட்டறிதல் ஆகிய முறைகளில், தாள் நிறப்பகுப்பிற்கும் மின் நுண் படல முறைக்கும் எவ்வித வேறுபாடும் இல்லை எனலாம்.

12·4 மின் நிறப்பகுப்பு

12·4·1 கோட்பாடுகள்

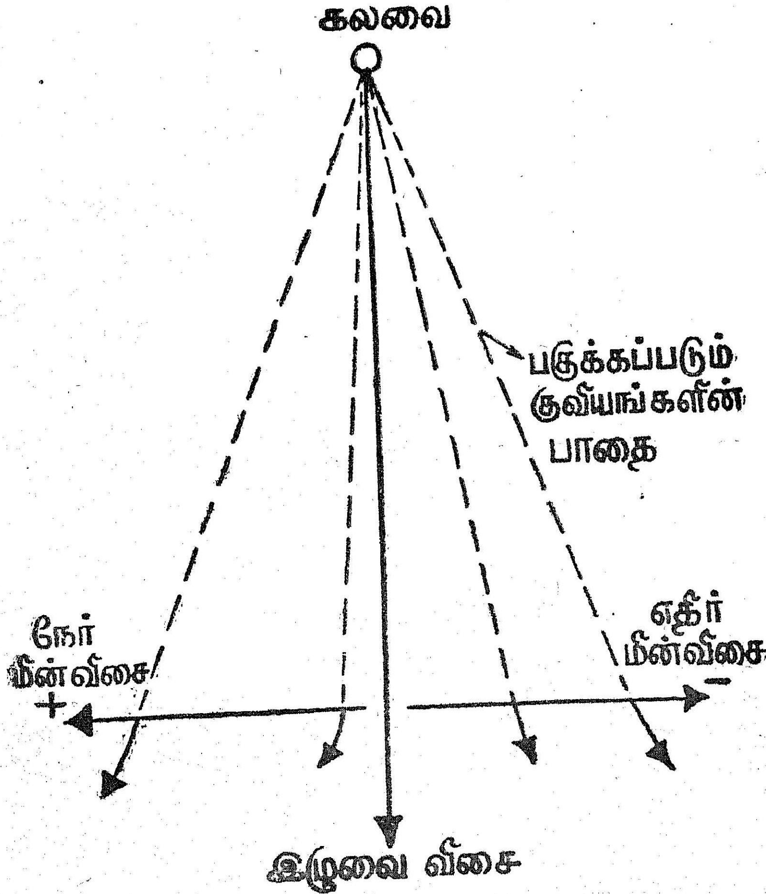
தாள் நிறப்பகுப்பில், மூலக்கூறுகளின் பங்கீட்டுப் பண்பு கலவைகளைப் பகுக்கப் பயன்படுகிறது (அத்தியாயம் 7). மின் நுண் துளைப் பகுப்பில், கலவையிலுள்ள அயனிகள் மின்புலத்தில் தாளின் ஊடே நகரும் பண்பு அவற்றைப் பகுக்கப் பயன்படுகின்றது. ஒரே தாளில், ஒரே நேரத்தில், கலவையை ஒரு திசையில் பங்கீட்டின் மூலமும் அதற்குச் செங்குத்தான திசையில் மின்புலத்தின் மூலமும் பகுக்கலாம். இத்தகைய பகுப்பு முறையே, மின் நிறப்பகுப்பு (electro chromatography) எனப்படுகிறது.

இம் முறையில், ஒரு சதுர வடிவ நிறப்பகுப்புத் தாள் செங்குத்தாகத் திரைபோல் தொங்கவிடப்படுகிறது. (இந்த அமைப்பால் இப் பகுப்பு முறை, திரை மின் நுண் துளைப் பகுப்பு —curtain electrophoresis—என்றும் அழைக்கப்படுவதுண்டு.) தாளின் உச்சியில், அதன் நடுவில், புள்ளி வடிவில் கலவை இடப்படுகிறது. தாளின் மேற்பகுதி முழுவதும் கரைப்பானில் அமிழ்த்தப்படுகிறது. தாளின் அடிப்பகுதியில், கரைப்பான் நகரும் திசைக்குச் செங்குத்தான திசையில், மின்வாய்கள் அமைக்கப்படுகின்றன.

இந்த நிலையில் கலவை மூலக்கூறுகள் நகரும் முறையைப் படம் 12·4 சுட்டிக் காட்டுகிறது.

மூலக்கூறுகள் தத்தம் பங்கீட்டுக் கோவைக் கேற்ப, மெதுவாகவோ விரைவாகவோ தாளில் நகர்கின்றன. இவை மின்புலத்தை அடையும்போது, தம் மின்னேற்றத்திற்கு ஏற்ப, நேர்மின்வாயையோ அல்லது எதிர் மின்வாயையோ நோக்கி நகர்கின்றன. தாளில் அதிகம் நிறுத்தப்படாத மின்னேற்ற மற்ற மூலக்கூறுகள் விரைவாகத் தாளின் மையத்தில் மறு நுனியில் பகுக்கப்பட்டுக் கிடைக்கின்றன. தாளில் அதிக நேரம் தங்கும் மின்னேற்றமடைந்த மூலக்கூறுகள், மின்வாய்களுக்கு அருகில் தாளின் அடிப்பகுதியில் பகுக்கப்பட்டுக் கிடைக்கின்றன.

இருவகை மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் பங்கீட்டு எண் வேறுபாடு இல்லையானால், அவற்றின் அயனிப் பண்பு காரணமாக

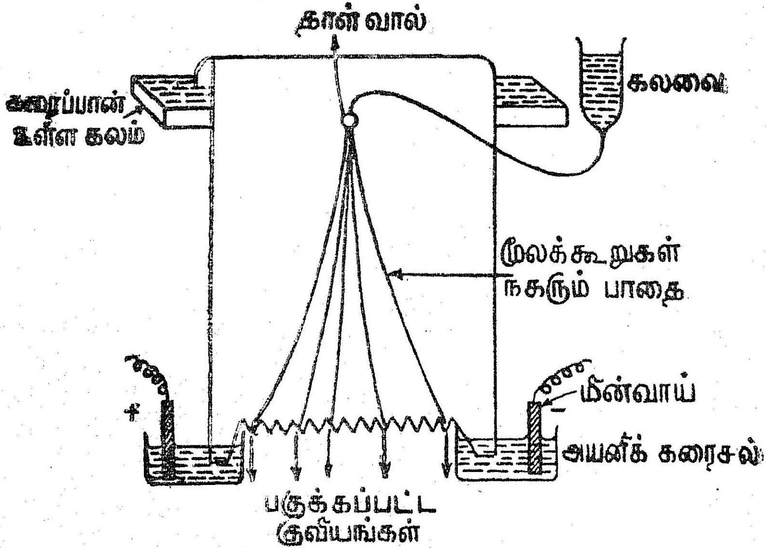


படம் 12·4.
பங்கீட்டாலும் மின்புலத்தாலும் கலவை மூலக்கூறுகள் பாதிக்கப்படும் முறை

அவை இம் முறையில் பகுக்கப்படலாம். அவற்றின் அயனிப் பண்பு வேறுபடவில்லை யெனினும், அவற்றின் பங்கீட்டு எண் வேறுபாடு அவை பகுக்கப்படக் காரணமாக அமையலாம். ஒரு கலவை மின் நிறப்பகுப்பில் பகுக்கப்படாவிட்டாலும், அது தாள் நிறப்பகுப்பு அல்லது மின் நுண்துளைப் பகுப்பில் பகுக்கப் படுவது திண்ணம்.

12·4·2 கருவியமைப்பு

மின் நிறப்பகுப்பின் கருவியமைப்பைப் படம் 12·5 சுட்டிக் காட்டுகிறது.



படம் 12·5. மின் நிறப்பகுப்பின் கருவியமைப்பு

கரைப்பான் உள்ள கலத்தில் தாளின் மேற்பகுதி தோய்ந்து உள்ளது. தாளில் கலவையைத் தொடர்ந்து இடுவதற்கான கருவியமைப்பையும் படம் 12·5-ல் காணலாம். தாளின் மையத்துடன் ஒரு தாள் வால் (wick) மூலமாகவோ, அல்லது மெழுகுத் துளை மூலமோ கலவைக் கலன் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது. தாளின் அடிப்பகுதி, இரம்பப் பல் (saw-tooth) அமைப்பில் வெட்டப்பட்டுள்ளது. பகுக்கப்பட்டுவரும் கலவைப் பகுதிகளைத் தனிதனியாகச் சேகரிக்க, இந்த அமைப்புப் பயன்படுகிறது. தாளின் இரு நுனிகள், மின்வாய்கள் உள்ள கரைசலில் அமிழ்த்தபட்டிருப்பதையும் படத்தில் காணலாம்.

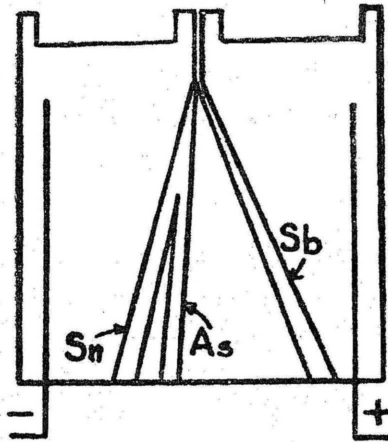
மற்றொரு வகைக் கருவியமைப்பில், மின்வாய்கள் தாளின் இரு ஓரங்களையும் அடிமுதல் நுனிவரை முழுமையாகத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி அமைக்கப்படுவதுண்டு.

இந்த அமைப்பு முழுவதும் ஓர் அறைபோன்ற பகுதியில் வைக்கப்பட்டு, மின் நிறப்பகுப்புச் செயல்படுத்தப்படும்.

12·4·3 நிறப்பகுப்பின் வகைகள்

தொடர் மின்நிறப்பகுப்பு (continuous electro-chromatography) தனி மின்நிறப்பகுப்பு (discontinuous electro-chromatography) என இருவகைப்படும்.

12·4·3·1 தொடர் மின் நிறப்பகுப்பு: இதுவே, மிகுதியும் பயன்படுத்தப்படும் மின் நிறப்பகுப்பு முறையாகும். கலவை, தாளின் உச்சியில் தொடர்ந்து இடப்படும். குவியங்கள் தாளின் அடிப்பகுதியில் தனித்தனியே பகுக்கப்பட்டுக் கிடைக்கும். As^{3+}, Sb^{3+}, Sn^{2+} ஆகிய அயனிகளின் குளோரைடுகள் இம் முறையில் பகுக்கப்படுவதைப் படம் 12·6 சுட்டிக் காட்டுகிறது.

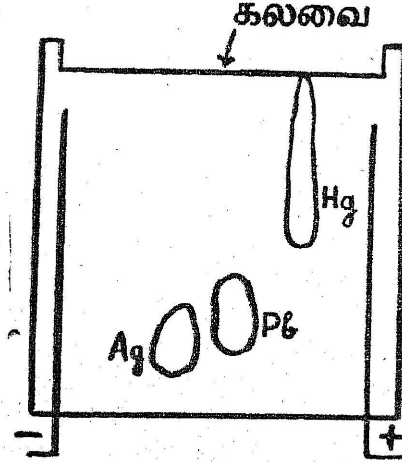


படம் 12·6. தொடர் மின் நிறப்பகுப்பு
As^{3+}, Sb^{3+}, Sn^{2+} அயனிகள் பகுக்கப்படுதல்

12·4·3·2 தனி மின் நிறப்பகுப்பு: தொடர் நிறப்பகுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் கலவைக் கலம், இந்த நிறப்பகுப்பிற்குத் தேவையில்லை. பிற கருவியமைப்புகளில் மாற்றமில்லை.

இம் முறையில், கலவை ஒரு புள்ளி வடிவில் தாளில் உச்சி மையத்தில் இடப்பட்டு, குறிப்பிட்ட நேரம்வரை பகுக்கப்படு

கிறது. இவ்வாறு பகுக்கப்பட்ட Hg^{2+}, Ag^{+}, Pb^{2+} அயனிகளின் குவியங்களைப் படம் 12·7 காட்டுகிறது.



படம் 12·7. தனி மின் நிறப்பகுப்பு
Hg^{2+}, Ag^{+}, Pb^{2+} அயனிகள் பகுக்கப்படுதல்

12·5 பயன்கள்

மின் நுண்துளைப் பகுப்பு முறை மிக விரிவாகப் பயன் படுத்தப்படும் ஒரு முறையாகும். கனிம, கரிம, உயிர் வேதியியல் துறைகளில் இப் பகுப்பு முறையின் பயன்களைச் சிறிதளவு ஆராய்வோம்.

12·5·1 கனிம வேதியியல்

பல்வேறு கனிம அயனிகள் மின் நுண்துளைப் பகுப்பு முறையில் எளிதில் பகுக்கப்படுகின்றன. நேர் அயனிகளின் உட்கூட்டுப் பொருள்கள், அவ் வயனிகளைப்போல் தாளின் தளப் பரப்பில் கவரப்படாததால், நன்கு பகுக்கப்படுகின்றன. மின் நிறப்பகுப்பு முறையில் உட்கூட்டுப் பொருள்கள் உருவாவதால், அயனிகளின் மின்னேற்றமே மாறக்கூடும். சில நேர் அயனிகள், நேர் மின்வாயை நோக்கியே நகர்ந்திருப்பதை படம் 12·6, 12·7 ஆகியவற்றில் காணலாம்.

கனிம அயனிகளின் மின் நுண்துளைப் பகுப்பு மிக விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக காரீயம் (lead), வெள்ளி (silver), பாதரசம் (mercury), தால்லியம் (thallium),

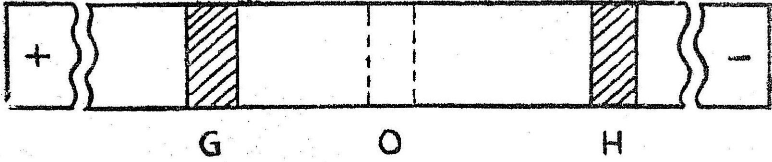
ஆகியவற்றின் அயனிகள், 30 வகையான கரைசல்களில் பகுக்கப்படும் விதங்கள் ஆராயப்பட்டுள்ளன.

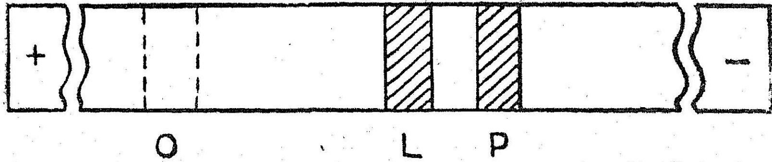
12·5·2 கரிமக் கலவைகள்

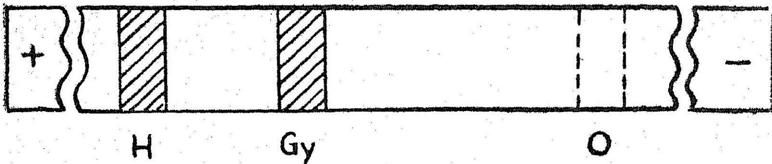
அலிஃபாடிக் அமின்கள் (aliphatic amines), வண்ணப் பொருள்கள் (dyes), கரிம அமிலங்கள், மோனோசாக்கரைடுகள் (monosaccharides) போன்ற பலவகைக் கரிமக் கலவைகள், மின் நுண்துளைப் பகுப்பு முறையில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன.

12·5·3 உயிர்வேதியியல் கலவைகள்

நீராற் பகுக்கப்பட்ட (hydrolysed) நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் புரோட்டீன்கள், பெப்டைடுகள்; அமினோ அமிலங்கள் ஆகியன







படம் 12.8. அமினோ அமிலக் கலவைகளின் மின்நுண்துளைப் பகுப்பு

G : குளுட்டாரிக் அமிலம் O : தொடக்கம் (origin)
H : இஸ்டிடீன் L : லூசீன்
P : ஃபினைல் அலனீன் Gy : கிளைசீன்

மின் நுண்துளைப் பகுப்பு முறையில் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. கலவைகள், பல pH மதிப்புகளில் பகுக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பகுக்கப்பட்ட அமினோ அமிலக் கலவைகளைப் படம் 12·8-ல் காணலாம்.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(Bibliography)

1. R. Stock and C. B. F. Rice: *'Chromatographic Methods'*. 2nd Edition, Science Paperbacks, and Chapman and Hall, London, 1967.
2. L. Savidan: *'Chromatography'* ILIFFE Books, London, 1963.
3. E. Heftman: *'Chromatography'*, 2nd Edition, Van Nostrand Reinhold Co, New York, 1967.
4. E. Lederer and M. Lederer: *'Chromatography'*, Elsevier Pub. Co., Amsterdam, 1954.
5. D. J. Pietrzyk and C. W. Frank: *'Analytical Chemistry'*, Academic Press, New York, 1974.
6. C. T. Kenner and R. E. O'Brien: *'Analytical Separations and Determinations'*, MacMillan Co., New York 1971.
7. J. M. Bobbitt, A. E. Schwarting and R. J. Gritter: *'Introduction to Chromatography'*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1968.
8. L. Fischer: *'An Introduction to Gel Chromatography'* North Holland Pub. Co., Amsterdam, 1971.
9. J. A. Barnard and R. Chayen: *'Modern Methods of Chemical Analysis'*, McGraw-Hill Pub. Co, New York, 1965.
10. R. N. Nigam: *'Analytical Gas Chromatography'*, Sarabhai M. Chemicals, Baroda, 1975.
11. R. L. Pecsok and L. D. Shields: *'Modern Methods of Chemical Analysis'*, John Wiley, NewYork, 1968.
12. H. C. Cassidy: *'Technique of Organic Chemistry, Vol. 5', Adsorption and Chromatography'*, Interscience, New York, 1953.

கலைச்சொற்கள்

A

Absolute — முழுத்தனி
Acceptor — வாங்கி
Adsorption — பரப்புக் கவர்ச்சி
Air-gun — காற்றுக்குழல்
Anion — எதிர் அயனி
Aqueous — நீர்கலந்த
Ashless — சாம்பலற்ற
Atmosphere — காற்றழுத்தம்
Automatic — தானியங்கி

B

Back titration — பின்வழிச் சேர்க்கை
Baffle — தடுப்பு
Basic alumina — கார அலுமினா
Binder — ஒட்டி
Biochemical reaction — உயிர்வேதி வினை
Bonding forces — பிணைப்பு விசைகள்
Buffer solution — நடுநிலைக் கரைசல்

C

Carrier gas — கடத்தும் வளிமம்
Cation — நேர் அயனி
Capillary column — நுந்துகிக் குழல்
Centrifugal force — மையவிலக்கு விசை
Chain — தொடர்
Chamber — கலன்
Chemical property — வேதிப் பண்பு
Chemisorption — வேதிப்பரப்புக் கவர்ச்சி
hromatography — நிறப்பகுப்பு

Chromatopile	—	நிறப்பகுப்பு அடுக்கு
Chromatopack	—	நிறப்பகுப்புக்கூற்றை
Column	—	குழல்
Complexing agent	—	உட்கூடுகைப் பொருள்
Compound	—	கலவை
Concentration	—	அடர்வு
Concept	—	கொள்கை
Crystallization	—	படிகமாக்குதல்
Current	—	மின்னோட்டம்
Curve	—	வரிவடிவம்

D

Deionized water	—	அயனிநீங்கிய நீர்
Denomination	—	விகுதி
Density	—	அடர்த்தி
Densitometer	—	அடர்த்திமானி
Derivation	—	நிறுவுதல்
Derivative	—	தொடர்பொருள்
Desorb	—	விடுபட
Destructive method	—	சிதைவு முறை
Desiccator	—	உலர்த்தி
Dialysis	—	சவ்வூடுருவல்
Dielectric constant	—	இருதுருவ மாறிலி
Differential	—	மாறுபாடு
Dipole moment	—	இருதுருவ இயக்கம்
Displacement	—	இடமாற்றம்
Distribution coefficient	—	பகிர்வு எண்
Donor	—	வழங்கி
Dry method	—	உலர்முறை
Dynamic	—	இயங்கு

E

Eddy diffusion	—	சூழல் ஊடுருவல்
Electrical discharge	—	மின்னேற்றம்
Electron acceptor	—	மின்வாங்கி
Electron discharge	—	எலக்ட்ரான் வீச்சு
Electron donor	—	மின்வழங்கி
Electro chromatography	—	மின்நிறப்பகுப்பு
Electrophoresis	—	மின் நுண்துகள் பெயர்ச்சி

Electrostatic forces — நிலைமின் விசைகள்
Eluent — இழுபொருள்
Eluotropic series — இழுவிசைக் கோவை
Eluting force — இழுவிசை
Elution — இழுவினை
Energy — ஆற்றல்
Enthalpy — வினைவெப்பம்
Entropy — ஒழுங்கின்மை
Enzyme — உயிர் வினையூக்கி
Equation — சமன்பாடு
Equilibrium — சமன்பாட்டுநிலை
Exclusion limit — பகுப்பெல்லை
Exponential gradient — படித்தொடர் மாற்ற

F

Fibrous nature — இழைத் தன்மை
Filtrate — வடிநீர்
Fire brick — தீச்செங்கல்
Flame ionization — சுடர் அயனியாக்கம்
Flowmeter — நகர்வேகமானி
Flow-rate — நகர்வேகம்
Fluorescent — ஒளிர்வு
Functional group — வினைக் குழு

G

Gel — களிமம்
Gel-filtration — களிம வடிப்பு
Geometric isomer — இடமாற்று வடிவம்
Glass wool — கண்ணாடி இழைகள்
Grade — தரம்

H

Heat of adsorption — பரப்புக் கவர்ச்சி வெப்பம்
Heat of reaction — வினைவெப்பம்
Hidden — மறைமுக
High voltage — மிகை மின்னழுத்தம்
Homogeneous — ஒருபடித்தான
Homologous series — ஓரின வரிசை
Hydrated — நீருடைய

Hydrogen bond — ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு
Hydrolysis — நீராற் பகுப்பு
Hydrophilic — நீர் இழு
Hydrophobic — நீர் நீக்கு

I

Indicator — நிறங்காட்டி
Inert — வினைத்திறமற்ற
Infra-red — அகச் சிவப்பு
Injector port — செலுத்துக் கலன்
Inorganic — கனிம
In situ method — உள்முறை
Integrator — தொகுப்பான்
Intermolecular forces — மூலக்கூற்றிடை இழு விசைகள்
Internal structure — உள்ளமைப்பு
Ion-exchange — அயனிப் பரிமாற்றம்
Ionic strength — அயனித் திறன்
Ionization — அயனியாக்கம்
Isomer — மாற்றுவடிவம்
Isotherm — சமவெப்பக் கோடு

K

Kinetic Theory — இயக்கவியல்

L

Layer — படலம்
Linear molecule — நீள்வடிவ மூலக்கூறு
Localisation — இடநிலைப்பு

M

Macromolecule — பெருமூலக்கூறு
Manometer — அழுத்தமானி
Mass spectrometer — எடை நிறமாலைக் கருவி
Maximum — உச்சம்
Mesh — கம்பிவலை எண்
Microscopic syringe — நுண் ஊசி
Migration — நகர்ச்சி

Molecular diffusion — மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவல்
Molecular weight — மூலக்கூறு எடை
Mobile phase — நகர்படிவு
Multiple development — பலமுறைப் பகுப்பு

N

Needle valve — நுண் திறப்பான்
Neutral — நடுநிலை
Non-destructive — சிதையா
Non-equilibrium — சமன்பாடற்ற
Numerator — பகுதி

O

Optical isomer — ஒளிமாற்று வடிவம்
Organic — கரிம
Organic base — கரிமக் காரம்
Over-run method — மிகை ஓட்டமுறை

P

Particle size — துகள் அளவு
Partition — பகிர்வு, பங்கீடு
Path length — நடைத்தூரம்
Perforated disc — நுண்துளைத் தகடு
Permanent gas — நிலை வளிமம்
Phase — படிவு
Phosphor — ஒளிர்பொருள்
Phosphorescence — ஒளி உமிழ்வு
Photo-calorimeter — ஒளி நிறமானி
Physical adsorption — இயல் பரப்புக்கவர்ச்சி
Physical property — இயற்பண்பு
Pink — இளஞ்சிவப்பு
Pipette — உறிஞ்சுகுழல்
Planimeter — பரப்புமானி
Plastic — இளகி
Plunger — அழுத்தி
Polar — மின் துருவம்
Polarity — மின்துருவத் தன்மை
Polarizable — மின் துருவமடையக்கூடிய

Polymerization — பலபடியாக்கல்
Pre-equilibrium — முன் சமன்பாட்டு நிலை
Pressure regulator — அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி
Purple — கருஞ்சிவப்பு

Q

Qualitative — பண்பறி
Quantitative — அளவறி

R

Random — குறியற்ற
Rate factor — வேக விகிதம்
Recorder — பதிவுக் கருவி
Refraction — ஒளி விலக்கம்
Relative — ஒப்பு
Relative coefficient — ஒப்பீட்டுக் குணகம்
Reproduce — மீட்டுருவாக்கு
Resin — பிசின்
Resistor — மின்தடை
Resolution — பகுப்புத்திறன்
Resonance — உடன் இசைவு
Retention time — தங்கும் நேரம்
Rotator — சுழற்றி

S

Selectivity — தேர்ந்தெடுக்கும் திறன்
Sensitivity — உணர்திறன்
Shaped — வடிவமைக்கப்பட்ட
Sintered glass crucible — இறுகிய கண்ணாடி வடிகலன்
Slurry — குழம்பு
Solvent extraction — கரைப்பானால் சாரம் எடுத்தல்
Spatial arrangement — இடநிலை அமைப்பு
Spectrophotometer — நிறமாலை காட்டி
Spectrum — நிறமாலை
Stability — நிலைப்புத்தன்மை
Standard deviation — சமச்சீர் விலக்கம்
Standard solution — தரம்தெரிந்த கரைசல்
Stationary phase — நிலைப்படிவு

Stirrer — சுழற்றி
Sublimation — பதங்கமாக்குதல்
Supernatant liquid — மேற்பகுதி நீர்மம்
Support — தாங்கி
Surface area — தளப்பரப்பு
Swelling capacity — விரிதிறன்

T

Tailing — வால் நீட்சி
Thermal conductivity — வெப்பக் கடத்துத்திறன்
Thermodynamics — வெப்ப இயக்கவியல்
Thin-layer — மென்படிவு
Transparent — ஒளிபுகு
Transuranium elements — மீயூரேனியத் தனிமங்கள்
Two-dimensional — இருதிசை

U

Ultra-violet — புற ஊதா
Unsaturated — நிறைவுறு

V

Variable — மாறி
Viscosity — நழுவுதடை, பாகுத்தன்மை
Visible light — கண்டறி ஒளி
Volatility — ஆவியாகும் தன்மை
Volume — பருமன்

W

Weak forces — வலிவற்ற விசைகள்

Z

Zone — குவியம்
Zone migration — குவியப் பரவல்
Zone-refining — பகுதி தூய்மையாக்குதல்